

(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
2022 年 4 月 7 日 (07.04.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/068035 A1

- (51) 国际专利分类号:
A23L 3/32 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/133251
- (22) 国际申请日: 2020 年 12 月 2 日 (02.12.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011063298.2 2020年9月30日 (30.09.2020) CN
- (71) 申请人: 江南大学(JIANGNAN UNIVERSITY) [CN/
CN]; 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道
1800号, Jiangsu 214122 (CN)。
- (72) 发明人: 杨哪(YANG, Na); 中国江苏省无锡市
滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。

金亚美(JIN, Yamei); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。何程豪(HE, Chenghao); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。徐学明(XU, Xueming); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。吴石林(WU, Shilin); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。徐悦(XU, Yue); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。潘永江(PAN, Yongjiang); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。吕莉萍(LV, Liping); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。周泓伶(ZHOU, Hongling); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道1800号, Jiangsu 214122 (CN)。

(54) Title: CONTINUOUS-FLOW MAGNETICALLY-INDUCED ELECTRIC FIELD LOW-TEMPERATURE STERILIZATION DEVICE AND METHOD

(54) 发明名称: 一种连续流磁感应电场低温杀菌装置及方法

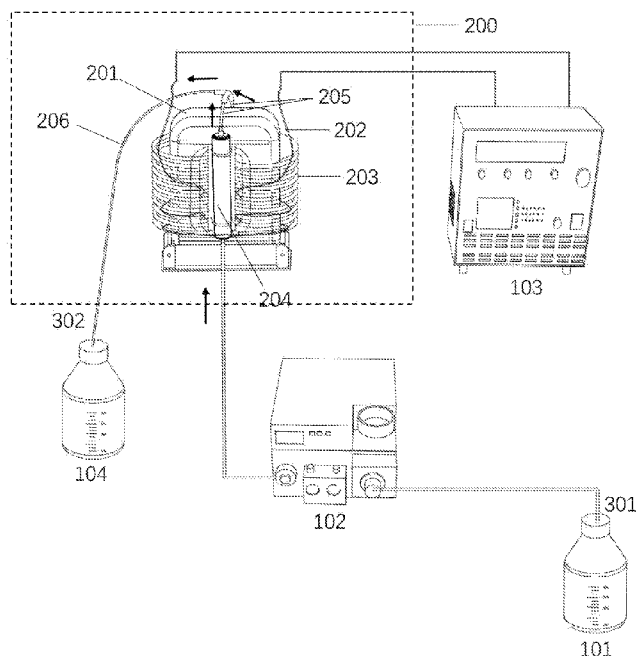


图 1

(57) Abstract: A continuous-flow magnetically-induced electric field low-temperature sterilization device and method, related to the field of light industry. A sterilization processing device in the continuous-flow magnetically-induced electric field low-temperature sterilization device comprises: a magnetic core (201), an excitation coil (202), a magnetic coupling pipe (203), material storage pipes (204), and processing compartments (205). The excitation coil (202) and the magnetic coupling pipe (203) are wrapped on two sides of the magnetic core (201). The excitation coil (202) is connected to a power supply (103). The sterilization processing device is

(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E区501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, IT, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

provided with two material storage pipes (204) and two processing compartments (205). The two material storage pipes (203) are in communication with each other via the magnetic coupling pipes (204). The two material storage pipes (204) are in communication correspondingly with the two processing compartments (205). The sterilization temperature of the device falls within the range of the interval of 60-65 ° C; the sterilization temperature is low; the sterilization time is less than 1 min; the sterilization time is short; moreover, the need to use a metal electrode is obviated; hence, no electrochemical pollution is incurred; furthermore, because the sterilization temperature is low and the sterilization time is short, when processing food materials, the inherent mouthfeel thereof can be better preserved; and green, low-temperature, and quick sterilization can be implemented with respect to liquid-state food products, condiments, traditional Chinese medicines, and cosmetics.

(57) 摘要: 一种连续流磁感应电场低温杀菌装置及方法, 属于轻工领域。所述连续流磁感应电场低温杀菌装置中杀菌处理设备包括: 磁芯 (201), 励磁线圈 (202), 磁耦合管 (203), 储料管 (204) 和处理室 (205); 励磁线圈 (202) 和磁耦合管 (203) 均缠绕于磁芯 (201) 两侧, 励磁线圈 (202) 与电源 (103) 连接; 该杀菌处理设备设有两个储料管 (204) 和两个处理室 (205), 两个储料管 (204) 之间通过磁耦合管 (203) 连通; 两个储料管 (204) 对应与两个处理室 (205) 连通。该装置杀菌温度在 60-65 °C 区间范围内, 杀菌温度低; 杀菌时间小于 1min, 杀菌时间短; 且不需要使用金属电极, 故无电化学污染; 而且, 由于杀菌温度低且杀菌时间短, 对食品类物料进行处理时, 可以较好的保存其本身的口感; 可实现对液态食品、调料、中药及化妆品的绿色、低温和快速杀菌。

一种连续流磁感应电场低温杀菌装置及方法

技术领域

本发明涉及一种连续流磁感应电场低温杀菌装置及方法，属于轻工领域。

背景技术

目前工业上传统的热杀菌技术通常为热传导形式，此方法的传热效率较低，处理时间比较长，会对物料中一些热敏性的营养元素会造成较大的破坏。不过最近几十年出现了各种新型的材料内加热杀菌技术，比如欧姆加热和微波加热。

欧姆加热主要是通过通过在物料两端施加电压，利用物料中离子的往复移动来进行加热，该方法不需要物体表面接触热源，而是在物料内部产生热量，故能够实现快速加热的效果，并且加热效果也比较均匀；但是由于必须使用电极板，且电极板与物料直接接触，在加热过程中，靠近电极板的地方容易引起电化学反应，导致电极板腐蚀，进而降低处理的效率和质量。微波加热技术是利用电磁波进行加热，但是物料的升温速率相对欧姆加热较慢，且热分布不均匀，在杀菌领域的应用不广。

进一步，超高温瞬时杀菌时间短（通常 10 s），但温度高（135-150℃）；而传统巴氏杀菌温度相对较低（60~82℃）但杀菌时间长（通常 30 min）；另外无论是超高温瞬时杀菌、传统巴氏杀菌还是传统热处理方法，在对食品类物料进行处理时，都会对其产品口感产生影响。因此，为实现对液态食品、调料、中药及化妆品的绿色、低温和快速杀菌，有必要研究一种新型杀菌装置。

发明内容

为了避免欧姆热杀菌因为靠近电极板的部位容易引起料液电化学反应和电极板腐蚀，进而降低处理的效率和质量，同时又能够实现对物料的低温、快速、连续杀菌的效果，本发明提供了一种连续流磁感应电场低温杀菌处理装置，包括进样瓶，泵，电源，接样瓶和杀菌处理设备，所述杀菌处理设备包括：磁芯，励磁线圈，磁耦合管，储料管和处理室，且所述处理室与磁耦合管截面积之比的范围为 1:81-1:2；所述励磁线圈和磁耦合管均缠绕于磁芯两侧，励磁线圈与电源连接；

所述杀菌处理设备设有两个储料管和两个处理室，两个储料管之间通过磁耦合管连通；两个储料管对应与两个处理室连通；

待处理物料在泵的作用下从进样瓶进入储料管，之后经过两个处理室流入接样瓶。

可选的，所述两个储料管分别设置在磁芯的前后位置，其中一个储料管的下方设有进样

口，为描述方便，称下方设有进样口的储料管为磁芯前方储料管，另一个储料管称为磁芯后方储料管；所述两个储料管之间通过磁耦合管连通，包括：

磁芯前方储料管的两侧均设有液体流出口，磁芯后方储料管的两侧均设有液体流入口，对应侧的液体流出口与液体流入口之间通过缠绕于磁芯对应侧的磁耦合管连通。

可选的，一个处理室长度为 10-14cm，处理室内磁感应电流密度 $0.5-1\text{A}/\text{cm}^2$ 、磁感应电场强度 $100-250\text{V}/\text{cm}$ 。

可选的，磁芯两侧的励磁线圈匝数之和为 4 匝，磁芯两侧的磁耦合管匝数之和为 20-40 匝。

可选的，所述磁芯的有效磁路长度 l 为 20-100cm，横截面积 A 为 $9-20\text{cm}^2$ 。

可选的，所述磁芯为非晶纳米晶材料，磁通量为 $0.00027-0.002\text{Wb}$ ，初始磁导率 μ 为 20000-50000，磁密 B 为 $0.3-1\text{T}$ 。

可选的，所述连续流磁感应电场低温杀菌处理装置在进行杀菌处理时，励磁电压 U 为 $800-1500\text{V}$ ，频率 f 为 $60-80\text{kHz}$ 。

可选的，所述励磁电压的波形为双峰脉冲。

可选的，所述连续流磁感应电场低温杀菌处理装置在进行杀菌处理时，处理速度不超过 $1\text{L}/\text{min}$ 。

可选的，所述处理室和磁耦合管具有电绝缘性，采用聚四氟乙烯、特氟龙、石英、水晶、玻璃或搪瓷材料制备。

本申请还提供一种连续流磁感应电场低温杀菌方法，所述方法采用上述的连续流磁感应电场低温杀菌装置对处理室中单位阻抗值范围 $100-500\ \Omega/\text{cm}$ 的液态样品进行杀菌处理；杀菌处理过程中，液态样品在泵的作用下从进样瓶进入储料管，之后在两个处理室中进行杀菌处理后流入接样瓶。

可选的，所述液态样品在泵的作用下的流速不超过 $1\text{L}/\text{min}$ 。

可选的，杀菌处理过程中，所述处理室内磁感应电流密度 $0.5-1\text{A}/\text{cm}^2$ 。

本发明有益效果是：

处理过程中，通过对励磁线圈施加电压从而让励磁线圈缠绕的磁芯产生交变的感应磁场，再通过该交变的感应磁场对充满物料的磁耦合管进行磁感应电场处理，由于待处理的物料本身具有一定的电导率 ($0.1-10\text{S}/\text{m}$)，所以可以在交变磁场的磁感应热效应（涡流）和非热效应（感应电场）的协同作用下对物料进行快速杀菌（其中非热效应起到的作用较大），本申请提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置杀菌温度在 $60-65^\circ\text{C}$ 区间范围内，相对于超高温

瞬时杀菌，本申请的杀菌温度低；相对于传统巴氏杀菌，本申请的杀菌时间小于 1 min，杀菌时间短；相对于欧姆热杀菌则不需要使用金属电极，故无电化学污染；而且，本申请方法由于杀菌温度低且杀菌时间段，所以对食品类物料进行处理时，可以较好的保存其本身得到口感；本申请方法可实现对液态食品、调料、中药及化妆品的绿色、低温和快速杀菌。本申请杀菌过程本质上是利用磁感应电场的非热效应能降低杀菌温度，同时又利用磁感应电场的热效应来激发微生物，使其对电场作用更敏感，故技术发明优势显著。

相对于发明人之前申请的申请号为 201811607052X、发明名称为“三角形-三角形式三相感应热反应器”，申请号为 2018116070708、发明名称为“星形-星形式三相感应热反应器”，申请号为 2018116070695、发明名称为“连续式感应热反应器”，申请号为 2018116070549、发明名称为“星形-三角形式三相感应热反应器”，以及申请号为 2018116070515、发明名称为“间歇式感应热反应器”，本发明在磁路两边采用了双储液罐的结构形式，改变了液体原料在管路中的闭合回路结构，即改变了流体等效电路，进而有利于连续的进料和出料。这是因为保证了和双储料罐分别相连接的 T 型管道中流体分压的均匀，原料在管道中不堵塞，且处理时的保留时间能均一，流路顺畅，也避免了磁感应电场处理时原料局部过热的发生。进一步，本发明中所采用的双储液罐结构形式能进一步降低管路中流体食品的内阻抗。

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 是本发明一个实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置整体构成示意图；

图 2 是本发明一个实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置中杀菌处理设备的正视图；

图 3 是本发明一个实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置中杀菌处理设备的侧视图；

图 4 是本发明一个实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置中杀菌处理设备的俯视图；

图 5 是本发明一个实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置中杀菌处理设备的磁芯尺寸示意图；

图 6 是本发明一个实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置中杀菌处理设备的实物图；

其中，进样瓶 101，泵 102，电源 103，接样瓶 104；杀菌处理设备包括：磁芯 201，励磁线圈 202，磁耦合管 203，储料管 204，处理室 205，出液管 206，三通连接头 207，固定板 208，底座 209；杀菌处理设备包括两个储料管 204，其中一个储料管 204 上设有液体流出口 210，另一个储料管 204 上设有液体流入口 211；

图 1-图 4 中，箭头为物料流向。

图 7 是本发明一个实施例中猕猴桃果汁不同方式处理前后感官评价指标得分对比图。

图 8 是本发明一个实施例中鲜牛乳不同方式处理前后感官评价指标得分对比图。

图 9 是本发明一个实施例中全蛋液不同方式处理前后感官评价指标得分对比图。

具体实施方式

为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

实施例一：

本实施例提供一种连续流磁感应电场低温杀菌装置，参见图 1，所述装置包括：进样瓶 101，泵 102，电源 103，接样瓶 104 和杀菌处理设备 200。

如图 2-图 4 所示，所述杀菌处理设备 200 包括：磁芯 201，励磁线圈 202，磁耦合管 203，储料管 204，处理室 205，出液管 206，三通连接头 207，固定板 208 和底座 209。

如图 2 所示，杀菌处理设备 200 中，励磁线圈 202 和磁耦合管 203 均缠绕于磁芯 201 两侧。励磁线圈 202 与电源 103 连接。

由图 3 所示的侧视图和图 4 所示俯视图可以看出，杀菌处理设备 200 包括有两个储料管 204，分别设置在磁芯 201 的前后位置，两个储料管 204 通过磁耦合管 203 连通；其中一个储料管 204（为描述方便，称该储料管 204 为磁芯前侧储料管）上设有液体流出口 210，另一个储料管 204（为描述方便，称该储料管 204 为磁芯后侧储料管）上设有液体流入口 211。其中液体流出口 210 设置于磁芯前侧储料管 204 的下方两侧，而液体流入口 211 设置于磁芯后侧储料管 204 的上方两侧，如图 3 所示，对应侧的液体流出口 210 与液体流入口 211 之间通过缠绕于磁芯对应侧的磁耦合管 203 连通。

两个储料管 204 通过磁耦合管 203 连通，磁芯 201 前侧的储料管 204 的下方设有进样口 301，待处理料液从进样口进入到该磁芯 201 前侧的储料管 204，进而通过该储料管 204 上设

置的液体流出口 210 流入磁耦合管 203，进入到磁耦合管 203 后从另一侧储料管 204 上设置的液体流入口 211 流入磁芯 201 后侧的储料管 204 中，待两个储料管 204 均充满待处理料液后，待处理料液从两个储料管 204 上方出口流出进入到处理室 205，进而通过三通接头 207 从出液管 206 流出，从出样口 302 流入接样瓶 104。

设置两个储料管 204 主要作用在于降低物料流路（包括储料管、磁耦合管和处理室）的分压作用，因为整个物料的流路相当于一个电路，其中的导路（本申请中导路相当于储料管和磁耦合管部分）越短越好，这样导路部分分配的磁感应电压就越少，从而更多的磁感应电压被分配到处理室 205 处实现对物料的处理过程。

由图可知，两个储料管 204 上方分别连接一个处理室 205，两个处理室 205 与出液管 206 通过三通接头 207 连通，两个处理室 205 即分别指从两个储料管 204 上方出口至三通接头 207 之间的管路。

处理过程中，进样口 301 处和出样口 302 的具有相同的电势，磁感应电流的回路存在于磁耦合管 203 和处理室 205 之间。

本实施例提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置可以对物料进行连续化处理，图 1 中进样瓶 101 和接样瓶 104 分别用于存放处理前和处理后的物料。

处理过程中，电源 103 对励磁线圈 202 施加电压从而让励磁线圈 202 缠绕的磁芯 201 产生交变的感应磁场，再通过该交变的感应磁场对充满物料的磁耦合管 203 进行磁感应电场处理，由于待处理的物料本身具有一定的电导率（0.1-10S/m），所以可以在交变磁场的磁感应热效应（涡流）和非热效应（感应电场）的协同作用下对物料进行快速杀菌。

杀菌处理设备 200 中，磁芯 201 两侧的励磁线圈匝数之和为 4 匝，磁芯 201 两侧的磁耦合管匝数之和为 20-40 匝。处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比范围为 1:81-1:2。一个处理室 205 长度为 10-14cm，处理室内磁感应电流密度 0.5-1A/cm²、磁感应电场强度 100-250V/cm。

杀菌处理设备 200 中，磁芯 201 采用非晶纳米晶材料，磁芯 201 的有效磁路长度 l 为 20-100cm，磁芯 201 的横截面积 A 为 9-20cm²，磁芯 201 的磁通量为 0.00027-0.002Wb，磁芯初始磁导率 μ 为 20000-50000，磁密 B 为 0.3-1T。如图 5 所示，有效磁路长度 $l=(d_1+d_2)\times 2$ 。

采用上述杀菌处理设备 200 进行杀菌处理时，处理速度不超过 1L/min，励磁电压 U 为 800-1500V，频率 f 为 60-80kHz，波形为双峰脉冲。

处理过程中，为维持杀菌温度在特定范围内，在处理室 205 外层设有恒温夹套。

为方便处理后物料的排除及设备的清洗，在磁芯后侧储料管 204 的下方设有液体出口

212, 在处理过程中, 液体出口 212 被塞住, 处理完成后, 可打开液体出口 212 便于其中物料排除及储料管 204 的清洗。

固定板 208 用于固定杀菌处理设备 200 中的励磁线圈 202。

处理室 205 和磁耦合管 203 具有电绝缘性, 可采用聚四氟乙烯、特氟龙、石英、水晶、玻璃或搪瓷材料。

本申请提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置可一次性通过处理室 205 完成连续式处理。可广泛应用于液态食品、调料、中药及化妆品的绿色、低温和快速杀菌, 即能对处理室单位阻抗值范围 $100-500\ \Omega/\text{cm}$ 的液态样品进行杀菌处理。

为验证本申请提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置的杀菌效果以及对食品类物料的口感保持程度, 以猕猴桃汁、鲜牛乳和全鸡蛋液进行实验得到下述实施例二、实施例三和实施例四, 实验过程中:

总菌落测定: 参照 GB/T 4789.2-2016《食品微生物学检验 菌落总数测定》中的平板计数法进行;

霉菌酵母菌测定: 参照 GB/T 4789.15-2016《食品微生物学检验 霉菌和酵母菌计数》中的平板计数法进行。

实施例二

本实施例提供一种采用实施例一所给出的连续流磁感应电场低温杀菌装置的杀菌方法, 料液以经四层纱布过滤的猕猴桃汁为例。

具体的, 如图 1 所示, 所采用的连续流磁感应电场低温杀菌装置包括: 进样瓶 101, 泵 102, 电源 103, 接样瓶 104 和杀菌处理设备 200。杀菌处理设备 200 包括: 磁芯 201, 励磁线圈 202, 磁耦合管 203, 储料管 204, 处理室 205, 出液管 206, 三通连接头 207, 固定板 208 和底座 209。

磁芯 201 由非晶纳米晶软磁材料构成。

本实施例中, 励磁线圈 202 缠绕于磁芯 201 上, 励磁线圈 202 的匝数为 4 匝, 通过电源 103 对励磁线圈 202 施加 1500V 电压, 磁芯 201 中的磁通量为 0.00096Wb 。

磁芯 201 的导磁材料以非晶纳米晶为例, 其初始相对磁导率为 80000, 工作时的磁通密度为 0.8T , 磁芯 201 的有效导磁面积为 12cm^2 。磁耦合管 203 缠绕于磁芯 201 上, 磁耦合管 203 的匝数为 20 匝; 磁耦合管 203 和处理室 205 作为连续流动的料液的支撑物, 此时的耦合管 203 与处理室 205 为通联状态, 处理室 205 的截面积为 0.07cm^2 , 磁耦合管 203 的截面积

为 0.64cm^2 （处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比约为 1:9），料液经由泵 103 从进样瓶 101 通入储料管 204，再进入磁耦合管 203。

通过电导率仪测得电导率为 $4500\mu\text{S}/\text{cm}$ 的料液（ 25°C ，经四层纱布过滤的猕猴桃汁）流通处理室 205 时，通过通用电表仪在处理室 205 两端测得其受到的有效电势差为 3711V ，两边处理室 205 的长度为 24cm ，电场强度为 $154\text{V}/\text{cm}$ 。当料液充满处理室 205 时，通过阻抗分析仪测得其阻抗为 $4500\Omega/10\text{cm}$ ，因此处理室 205 中的感应电流为 0.038A ，感应电流密度为 $0.54\text{A}/\text{cm}^2$ ，料液的进样口 301 浸没于进样瓶 101，而料液的出样口 302 位于接样瓶 104 以便连续流处理。当出样口流量为 $0.2\text{ml}/\text{min}$ 时，料液在处理室 205 中停留时间为 7.7s ，通过红外热成像仪测试发现，初始室温 25°C 的料液在连续流磁感应电场杀菌技术装备中流动 1.5min 后，料液在处理室 205 中温度上升为 63°C 。

取样后测定发现料液在处理前总菌落数为 5.7×10^5 个，霉菌酵母菌为 1.5×10^5 个，处理后均未检出，几乎完全杀灭，达到了杀菌的目的。

对于产品口感的保持，本实施例中选择感官评价方法进行确定，感官评价实验选择了 10 为感官评价员（4 男 6 女）依次针对本方法处理以及传统热杀菌处理（ 85°C ， 15min ）后猕猴桃果汁的外观、色泽和香气进行了评价，其中外观和色泽各占 30 分，香气为感官评定的重要指标，占 40 分。每个指标分为四个等级，得分由高至低分别为等级一、等级二、等级三和等级四。感官评价方法如下表 1 所示。

表格 1 感官评价方法

感官指标	评分标准			
	等级 1	等级 2	等级 3	等级 4
外观（30 分）	均匀一致 (24-30)	轻微分层 (17-23)	出现沉淀 (9-16)	严重分层和沉淀 (1-8)
色泽（30 分）	颜色鲜亮，色泽均一 (24-30)	颜色较暗，色泽均一 (17-23)	颜色较暗，色泽局部不均一 (9-16)	颜色深褐色，色泽不均一 (1-8)
香气（40 分）	猕猴桃香气明显 (31-40)	香气较淡 (21-30)	香气很淡，没有蒸煮味 (11-20)	香气很淡，有蒸煮味 (1-10)

感官评价结果如下图 7 所示，本申请提供的装置处理后的感官指标总分明显高于传统热

处理。外观方面新鲜猕猴桃汁因为静置而导致了分层，所以得分较低；色泽方面热处理方法显著低于本申请方法，本申请方法处理与新鲜果汁更接近；香气方面热处理有明显的蒸煮风味，几乎闻不到猕猴桃原本的气味；总而言之，本申请方法处理后的猕猴桃汁风味与新鲜猕猴桃汁更接近，更好地保留了其原有的风味品质。

实施例三

本实施例提供一种采用实施例一所给出的连续流磁感应电场低温杀菌装置的杀菌方法，料液以鲜牛乳为例。

具体的，如图 1 所示，所采用的连续流磁感应电场低温杀菌装置包括：进样瓶 101，泵 102，电源 103，接样瓶 104 和杀菌处理设备 200。杀菌处理设备 200 包括：磁芯 201，励磁线圈 202，磁耦合管 203，储料管 204，处理室 205，出液管 206，三通连接头 207，固定板 208 和底座 209。

磁芯 201 由非晶纳米晶软磁材料构成。

本实施例中，励磁线圈 202 缠绕于磁芯 201 上，励磁线圈 202 的匝数为 4 匝，通过电源对励磁线圈 202 施加 1000V 电压，磁芯 201 中的磁通量为 0.00096Wb。

磁芯 201 的导磁材料以非晶纳米晶为例，其初始相对磁导率为 80000，工作时的磁通密度为 0.8T，磁芯 201 的有效导磁面积为 12cm²；磁耦合管 203 缠绕于磁芯 201 上，磁耦合管 203 的匝数为 20 匝；磁耦合管 203 和处理室 205 作为连续流动的料液的支撑物，此时的耦合管 203 与处理室 205 为通联状态，处理室 205 的截面积为 0.07cm²，磁耦合管 203 的截面积为 0.64cm²（处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比约为 1:9），料液经由泵 103 从进样瓶 101 通入储料腔 204，再进入磁耦合管 203。

通过电导率仪测得电导率为 3200us/cm 的料液（25℃，鲜牛乳）流通处理室 205 时，其受到的有效电势差为 2474V，两边处理室 205 的长度为 24cm，电场强度为 103V/cm，当料液充满处理室 205 时，通过阻抗分析仪测得其阻抗为 2800Ω/10cm，因此处理室 205 中的感应电流为 0.041A，感应电流密度为 0.58A/cm²，料液的进样口 301 位于储料管 204 的底端位置，料液的进样口 301 浸没于进样瓶 101，而料液的出样口 302 位于接样瓶 104 以便连续流处理。当出样口流量为 0.4ml/min 时，料液在处理室 205 中停留时间为 4.2s，通过红外热成像仪测试发现，初始室温 25℃的料液在连续流磁感应电场杀菌技术装备中流动 1.5min 后，料液在处理室 205 中温度上升为 61℃。取样后测定发现料液在处理前总菌落数为 4.9×10^5 个，霉菌酵母菌为 1.1×10^4 个，经感应电场处理后均未检出，几乎完全杀灭，达到了杀菌的目的。

对于产品口感的保持，本实施例中选择感官评价方法进行确定，感官评价实验选择了 10 为感官评价员（4 男 6 女）依次针对本方法处理以及传统热杀菌处理（85℃，15min）后鲜牛乳的外观、色泽和香气进行了评价，其中外观和色泽各占 30 分，香气为感官评定的重要指标，占 40 分。每个指标分为四个等级，得分由高至低分别为等级一、等级二、等级三和等级四。感官评价方法如下表 2 所示。

表格 2 感官评价方法

感官指标	评分标准			
	等级 1	等级 2	等级 3	等级 4
外观（30 分）	均匀一致 (24-30)	轻微分层 (17-23)	出现沉淀 (9-16)	严重分层和沉淀 (1-8)
色泽（30 分）	乳黄色，色泽均一 (24-30)	乳黄色偏暗，色泽均一 (17-23)	乳黄色较暗，色泽局部不均一 (9-16)	偏褐色，色泽不均一 (1-8)
香气（40 分）	牛奶香气明显 (31-40)	香气较淡 (21-30)	香气很淡，没有蒸煮味 (11-20)	香气很淡，有蒸煮味 (1-10)

感官评价结果如下图 8 所示，本申请提供的装置处理后的鲜牛乳感官指标总分明显高于传统热处理。从外观和色泽上来说，本申请方法处理与传统热处理结果相差不大，但是气味上来讲，牛奶在传统热处理后具有较大的蒸煮风味，但是本申请方法处理与鲜牛乳相差不大，更好的保留了其风味品质。

实施例四

本实施例提供一种采用实施例一所给出的连续流磁感应电场低温杀菌装置的杀菌方法，料液以全鸡蛋液为例。

具体的，如图 1 所示，所采用的连续流磁感应电场低温杀菌装置包括：进样瓶 101，泵 102，电源 103，接样瓶 104 和杀菌处理设备 200。杀菌处理设备 200 包括：磁芯 201，励磁线圈 202，磁耦合管 203，储料管 204，处理室 205，出液管 206，三通连接头 207，固定板 208 和底座 209。

磁芯 201 由非晶纳米晶软磁材料构成。

本实施例中，励磁线圈 202 缠绕于磁芯 201 上，励磁线圈 202 的匝数为 4 匝，通过电源对励磁线圈 202 施加 900V 电压，磁芯 201 中的磁通量为 0.00096Wb。

磁芯 201 的导磁材料以非晶纳米晶为例，其初始相对磁导率为 80000，工作时的磁通密度为 0.8T，磁芯 201 的有效导磁面积为 12cm²；磁耦合管 203 缠绕于磁芯 201 上，磁耦合管 203 的匝数为 20 匝；磁耦合管 203 和处理室 205 作为连续流动的料液的支撑物，此时的耦合管 203 与处理室 205 为通联状态，处理室 205 的截面积为 0.07cm²，磁耦合管 203 的截面积为 0.64cm²（处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比约为 1:9），料液经由泵 103 从进样瓶 101 通入储料腔 204，再进入磁耦合管 203。

通过电导率仪测得电导率为 5100ms/cm 的料液（25℃，全鸡蛋）流通处理室 205 时，其受到的有效电势差为 3216V，两边处理室 205 的长度为 24cm，电场强度为 134V/cm，当料液充满处理室 205 时，通过阻抗分析仪测得其阻抗为 4100 Ω/10cm，因此处理室 205 中的感应电流为 0.036A，感应电流密度为 0.51A/cm²，料液的进样口 301 浸没于进样瓶 101，而料液的出样口 302 位于接样瓶 104 以便连续流处理。当出样口流量为 0.4ml/min 时，料液在处理室 205 中停留时间为 4.2s，通过红外热成像仪测试发现，初始室温 25℃的料液在连续流磁感应电场杀菌技术装备中流动 1.5min 后，料液在处理室 205 中温度上升为 60℃。取样后测定发现料液在处理前总菌落数为 3.2×10^5 个，霉菌酵母菌为 1.2×10^4 个，处理后均未检出，几乎完全杀灭，达到了杀菌的目的。

由上述实施例二至实施例四可知，本申请提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置可以对物料进行连续杀菌处理，且一次性通过处理室完成杀菌处理；并且杀菌温度在 60-65℃区间范围内，杀菌温度低；杀菌时间小于 1 min，杀菌时间短，可实现对液态食品、调料、中药及化妆品的绿色、低温和快速杀菌。

对于产品口感的保持，本实施例中选择感官评价方法进行确定，另外由于本实施例中的料液为全鸡蛋液，其中的蛋白质在受热的情况下会凝固，而现有杀菌方法中巴氏杀菌方法的处理温度相对较低，所以本实施例选择与巴氏杀菌方法进行比较。

感官评价实验选择了 10 为感官评价员（4 男 6 女）依次针对本方法处理以及巴氏杀菌处理（62℃，5min）后全蛋液的色泽、气味和流动性进行了评价，其中色泽和流动性各占 30 分，气味为感官评定的重要指标，占 40 分。每个指标分为三个等级，得分由高至低分别为等级一、等级二、等级三和等级三。感官评价方法如下表 3 所示。

表 3 感官评价方法

感官指标	评分标准
------	------

	等级 1	等级 2	等级 3
色泽 (30 分)	透亮金黄色, 色泽均匀 (20-30)	黄色, 色泽均匀 (10-20)	深暗黄色, 色泽不均匀 (0-10)
流动性 (30 分)	接近于鲜蛋 (20-30)	稍差, 有轻微粘稠感 (10-20)	差, 有明显粘稠感或颗粒感 (0-10)
气味 (40 分)	有蛋腥味, 无其他异味 (30-40)	腥味较淡, 有轻微熟化味道 (20-30)	熟化味较重 (10-20)

感官评价结果如下图 9 所示, 全蛋液不同处理方式感官品质差距较小, 色泽上处理前后差距不是非常大, 但是流动性和气味处理后明显与新鲜组有差别, 因为本申请方法处理与巴氏杀菌处理方法两者温度几乎相同, 而全蛋液蛋白质含量较高, 容易热变性, 因此流动性几乎都降低了, 且两者相差不大, 气味上来说, 巴氏杀菌处理时间更长, 蛋液熟化程度更高, 熟化味更重, 总体上来说本申请方法处理感官风味品质也是优于巴氏杀菌处理的。

对比例一

本对照例同样以经四层纱布过滤的猕猴桃汁为例。由实施例一可知, 本申请提供的连续流磁感应电场低温杀菌装置, 设置两个储料管 204 主要作用在于降低物料流路 (包括储料管、磁耦合管和处理室) 的分压作用, 因为整个物料的流路相当于一个电路, 其中的导路 (本申请中导路相当于储料管和磁耦合管部分) 越短越好, 这样导路部分分配的磁感应电压就越少, 从而更多的磁感应电压被分配到处理室 205 处实现对物料的处理过程。为了使得处理室 205 分配到更多的磁感应电压, 同时使得其中的电流密度和电场强度达到热效应和非热效应协同的处理阈值, 本申请中限定了处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比范围为 1:81-1:2。

为进一步验证处理室 205 与磁耦合管 203 截面积的比值对于本申请处理效果的影响, 特进行对照实验:

对照实验与实施例一不同之处在于所采用的连续流磁感应电场低温杀菌装置中处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比, 其余装置参数与实施例一相同, 对比实验的数据结果如下表 4 所示:

表 4 不同处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比的实验结果

处理室与磁耦合管截面积之比	杀菌效果和时间		处理后温度 (°C)	处理室中电流密度 (A/cm ²)	处理室中电场强度 (v/cm)
	处理时间	处理后检出的总菌落数剩余占比			
1:82	7.7s	63%	55	0.48	84
	>20min	无	>75	0.48	84
1:1	7.7s	100%	35	0.06	31
	>60min	无	>90	0.06	31
1:9 (实施例二)	7.7s	无	63	0.54	154
1:21	3.8s	无	65	0.61	171
1:58	1.35s	无	62	0.84	189
1:5	15s	无	63	0.54	146

表 4 中，处理时间为料液在处理室 205 中的停留时间，该停留时间可通过控制流速实现。处理后检出的总菌落数剩余占比为处理后检测出的总菌落与处理前的总菌落百分比。处理后温度为料液经过连续流磁感应电场低温杀菌装置后的温度。

由表 4 可以看出，当处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比为不在 1:81-1:2 范围内时，如 1:82 和 1:1，可能会导致处理室 205 两端电压达不到要求，从而导致处理室 205 内电流密度和电场强度达不到要求，从而无法实现热效应和非热效应的协同杀菌处理效果。处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比为 1:82 时，若要实现杀菌的目的，所需处理的时间将大于 20 分钟，纯粹依赖热效应进行杀菌，直接回导致料液温度过高（会大于 75°C）。同样的，处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比为 1:1 时，若要实现杀菌的目的，所需处理的时间将大于 60 分钟，纯粹依赖热效应进行杀菌，处理时间更长，直接回导致料液温度更高（会大于 90°C）。

而其他处理室 205 与磁耦合管 203 截面积之比，比如 1:21、1:58、1:5 等都能达到较好的杀菌效果，且处理时间短，杀菌温度低小。

本发明实施例中的部分步骤，可以利用软件实现，相应的软件程序可以存储在可读取的存储介质中，如光盘或硬盘等。

以上所述仅为本发明的较佳实施例，并不用以限制本发明，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。

权 利 要 求 书

1、一种连续流磁感应电场低温杀菌处理装置，包括进样瓶，泵，电源，接样瓶和杀菌处理设备，其特征在于，所述杀菌处理设备包括：磁芯，励磁线圈，磁耦合管，储料管和处理室，且所述处理室与磁耦合管截面积之比的范围为 1:81-1:2；所述励磁线圈和磁耦合管均缠绕于磁芯两侧，励磁线圈与电源连接；

所述杀菌处理设备设有两个储料管和两个处理室，两个储料管之间通过磁耦合管连通；两个储料管对应与两个处理室连通；

待处理物料在泵的作用下从进样瓶进入储料管，之后经过两个处理室流入接样瓶。

2、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述两个储料管分别设置在磁芯的前后位置，其中一个储料管的下方设有进样口，为描述方便，称下方设有进样口的储料管为磁芯前方储料管，另一个储料管称为磁芯后方储料管；所述两个储料管之间通过磁耦合管连通，包括：

磁芯前方储料管的两侧均设有液体流出口，磁芯后方储料管的两侧均设有液体流入口，对应侧的液体流出口与液体流入口之间通过缠绕于磁芯对应侧的磁耦合管连通。

3、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，一个处理室长度为 10-14cm；处理室内磁感应电流密度 $0.5-1\text{A}/\text{cm}^2$ 、磁感应电场强度 $100-250\text{V}/\text{cm}$ 。

4、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，磁芯两侧的励磁线圈匝数之和为 4 匝，磁芯两侧的磁耦合管匝数之和为 20-40 匝。

5、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述磁芯的有效磁路长度 l 为 20-100cm，横截面积 A 为 $9-20\text{cm}^2$ 。

6、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述磁芯为非晶纳米晶材料，磁通量为 $0.00027-0.002\text{Wb}$ ，初始磁导率 μ 为 20000-50000，磁密 B 为 0.3-1T。

7、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述连续流磁感应电场低温杀菌处理装置在进行杀菌处理时，励磁电压 U 为 800-1500V，波形为：双峰脉冲，频率 f 为 60-80kHz。

8、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述连续流磁感应电场低温杀菌处理装

置在进行杀菌处理时，处理速度不超过 1L/min。

9、根据权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述处理室和磁耦合管具有电绝缘性，采用聚四氟乙烯、特氟龙、石英、水晶、玻璃或搪瓷材料制备。

10、一种连续流磁感应电场低温杀菌方法，其特征在于，所述方法采用权利要求 1-9 任一项所述的连续流磁感应电场低温杀菌装置对处理室中单位阻抗值范围 $100-500\ \Omega/\text{cm}$ 的液态样品进行杀菌处理；杀菌处理过程中，液态样品在泵的作用下从进样瓶进入储料管，之后在两个处理室中进行杀菌处理后流入接样瓶。

11、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，所述液态样品在泵的作用下的流速不超过 1L/min。

12、根据权利要求 10 所述的方法，其特征在于，杀菌处理过程中，所述处理室内磁感应电流密度 $0.5-1\text{A}/\text{cm}^2$ 。

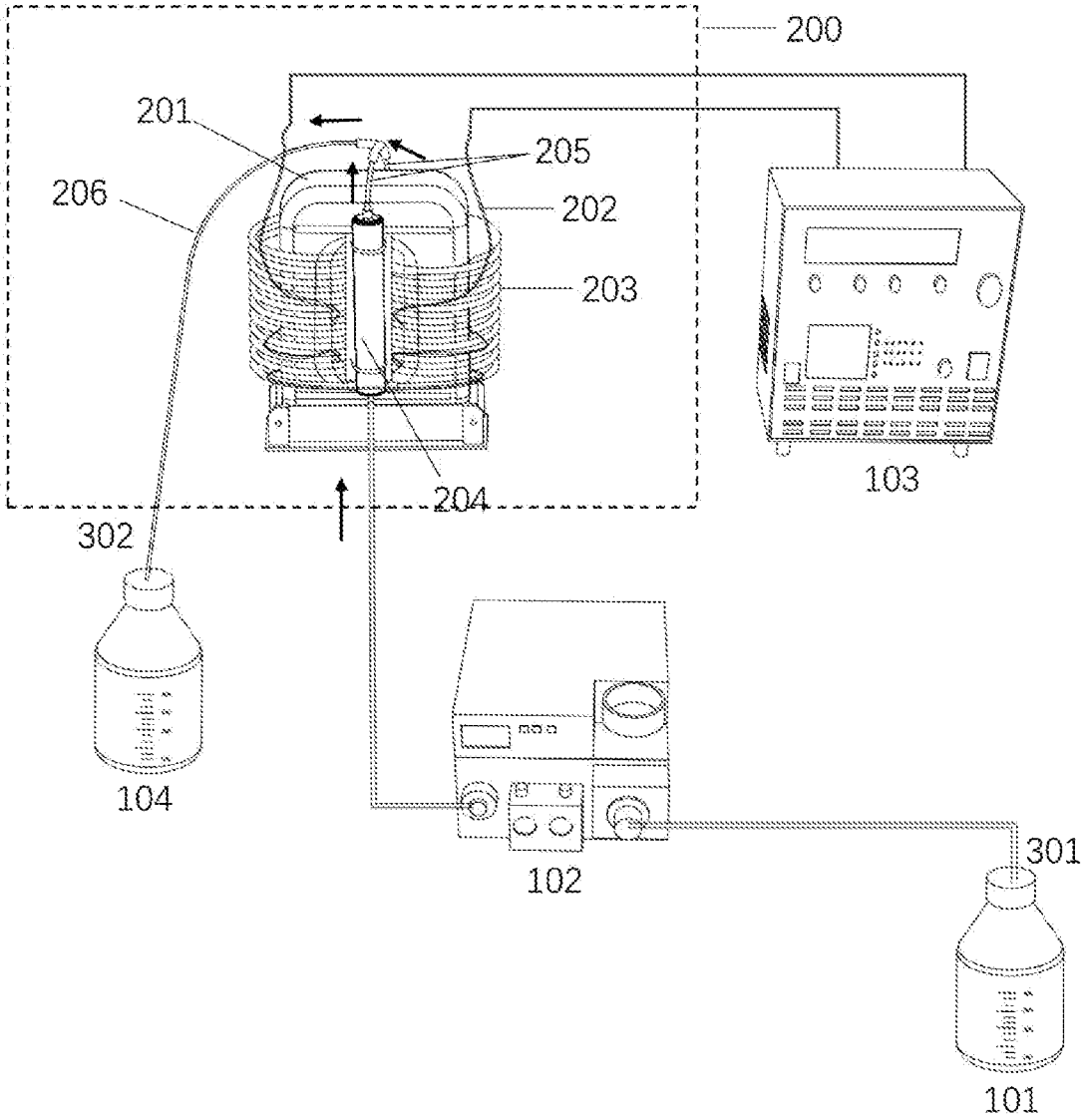


图 1

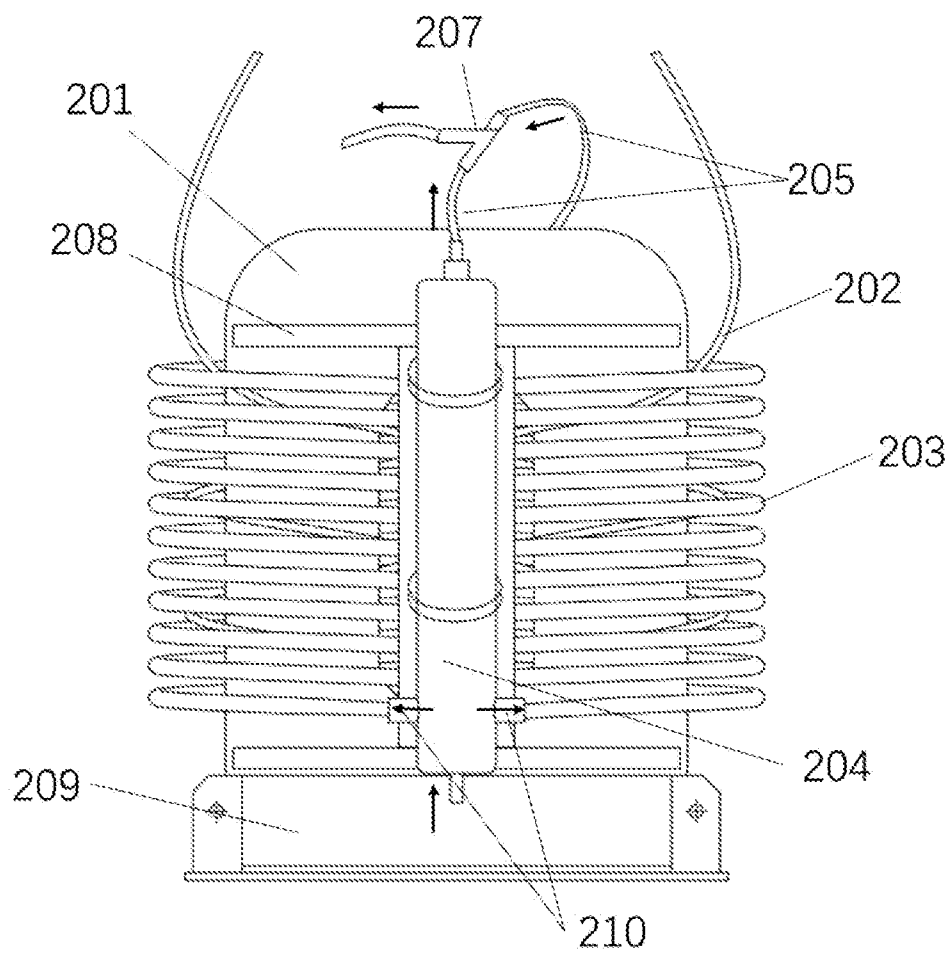


图 2

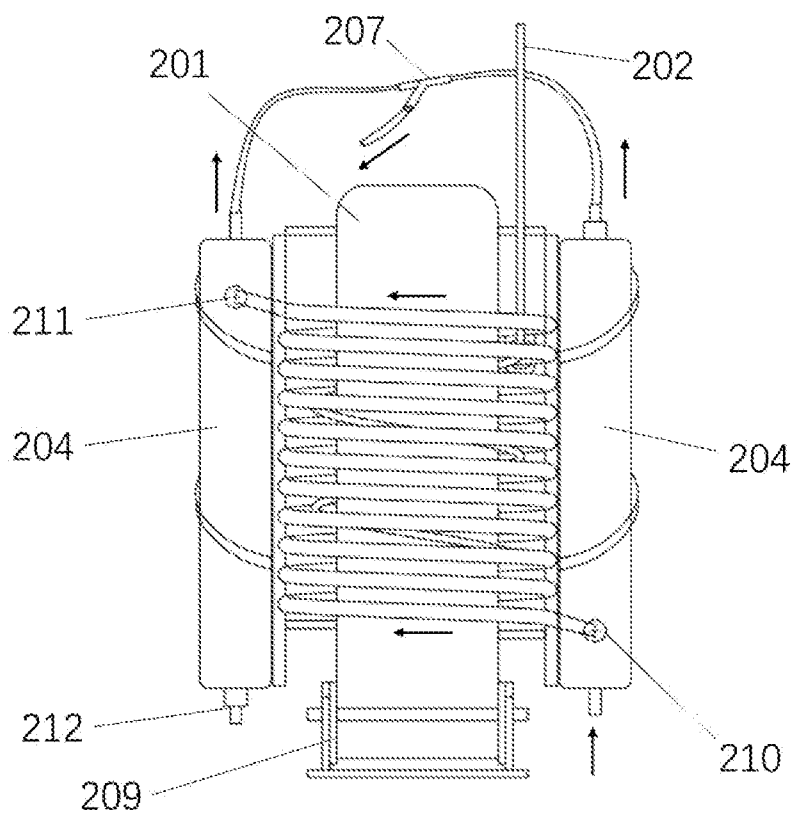


图 3

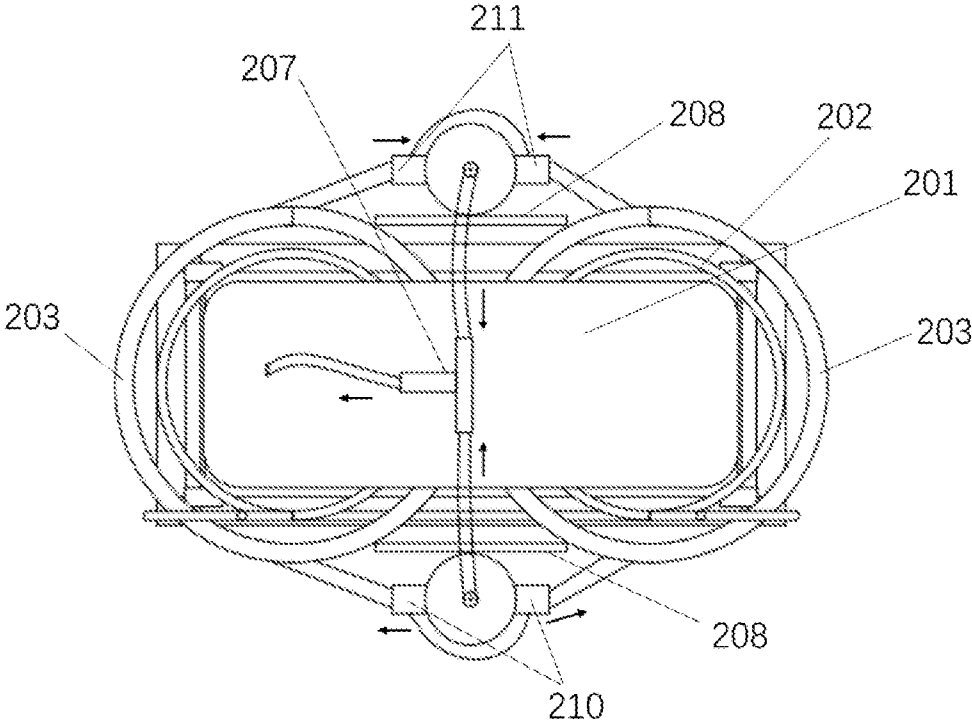


图 4

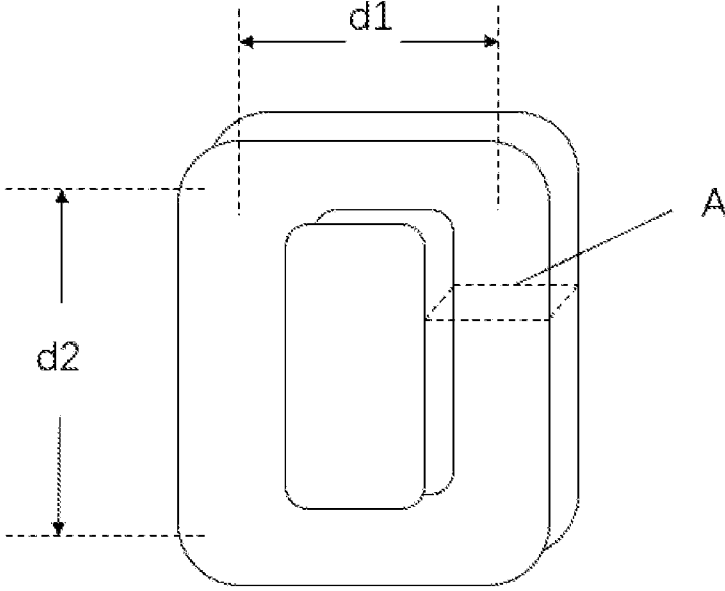


图 5

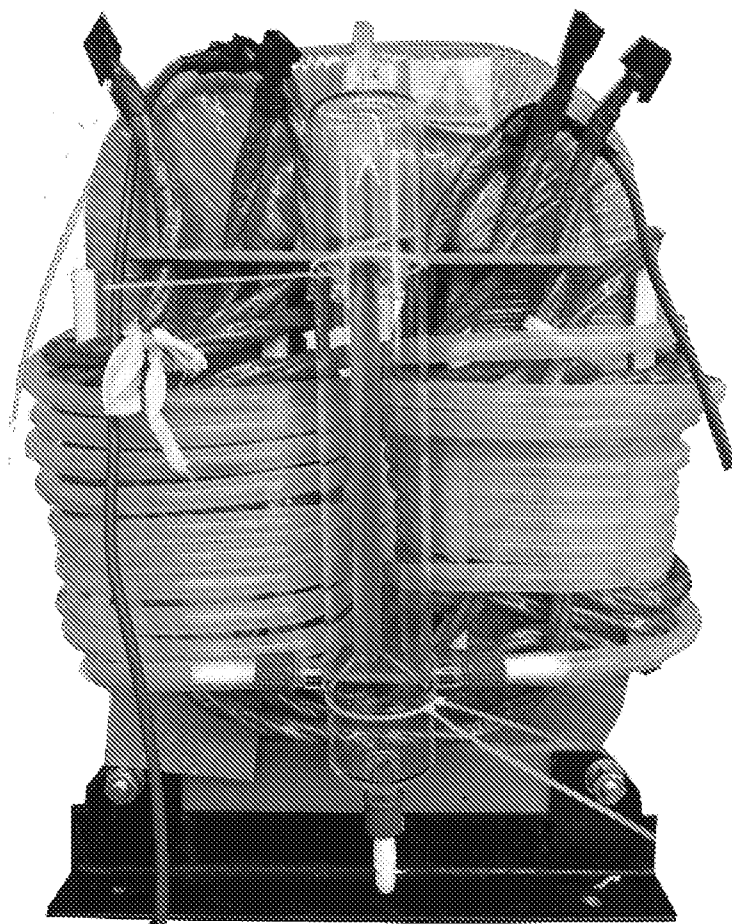


图 6

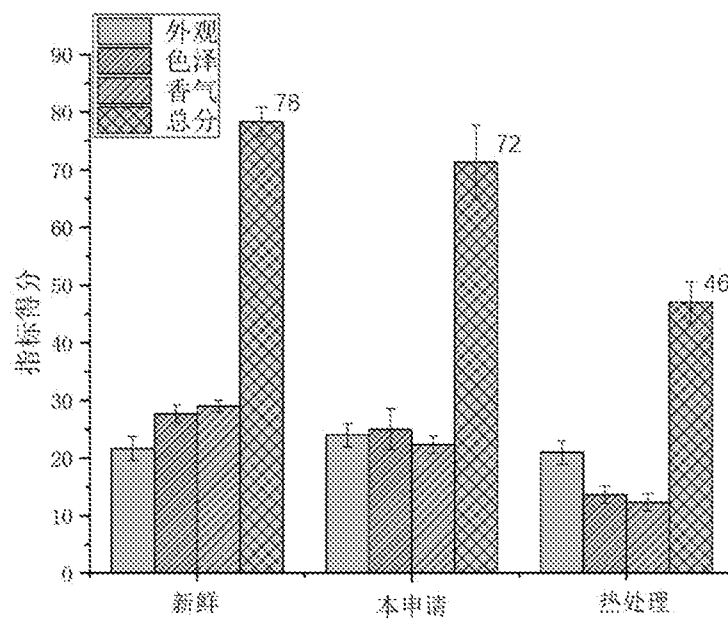


图 7

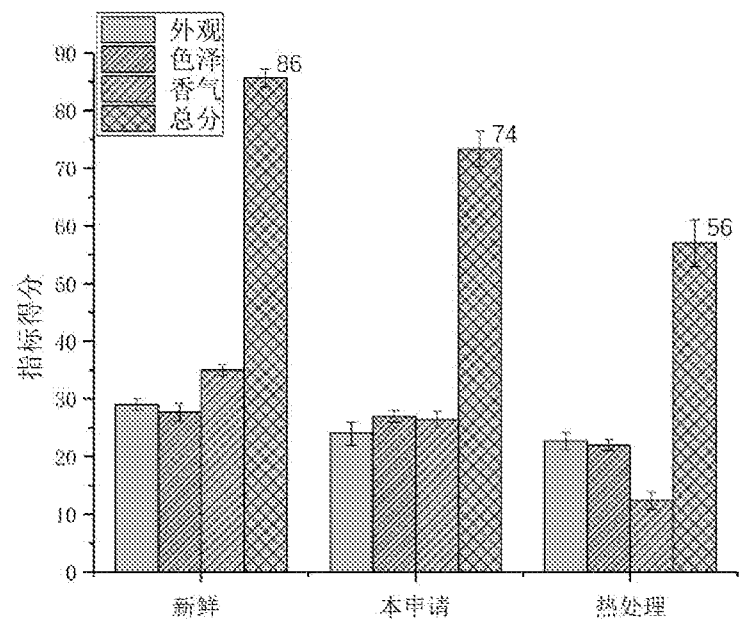


图 8

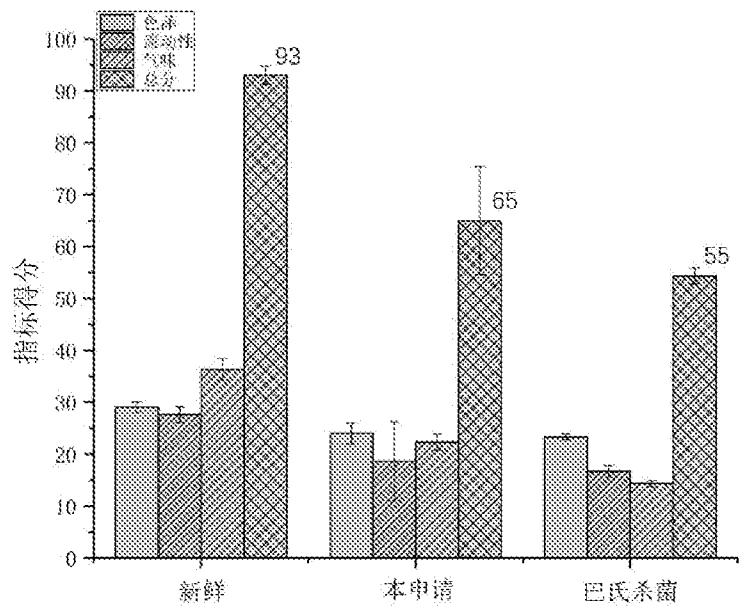


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/133251

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A23L 3/32(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)

A23L

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, USTXT, SIPOABS, PATENTICS, 中国期刊网全文数据库, 江南大学, 杨哪, 何程豪, 金亚美, 徐学明, 吴石林, 徐悦, 潘永江, 吕莉萍, 周泓伶, 磁, 电源, 线圈, 杀菌, 低温, 非热效应, magnet+, coil, sterilizat+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 109647305 A (YINGDUSITE (WUXI) INDUCTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 19 April 2019 (2019-04-19) description paragraphs 0008-0022, embodiment 2 and figure 2	1-12
A	CN 107625023 A (FU, Junwei) 26 January 2018 (2018-01-26) specific embodiment	1-12
A	CN 2604182 Y (JIANGSU UNIVERSITY) 25 February 2004 (2004-02-25) specific embodiment	1-12
A	CN 1849943 A (YIN, Yongguang) 25 October 2006 (2006-10-25) embodiment 1	1-12
A	CN 103626267 A (SHOWCO SCIENCE AND TECHNOLOGY LIMITED) 12 March 2014 (2014-03-12) specific embodiment	1-12
A	US 6086932 A (GUPTA R.P. et al.) 11 July 2000 (2000-07-11) entire description	1-12



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

16 June 2021

Date of mailing of the international search report

24 June 2021

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/CN2020/133251

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109647305	A	19 April 2019	CN	109647305	B	26 March 2021
CN	107625023	A	26 January 2018	None			
CN	2604182	Y	25 February 2004	None			
CN	1849943	A	25 October 2006	CN	100463618	C	25 February 2009
CN	103626267	A	12 March 2014	CN	103626267	B	12 August 2015
US	6086932	A	11 July 2000	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/133251

A. 主题的分类

A23L 3/32 (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)

A23L

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, USTXT, SIPOABS, PATENTICS, 中国期刊网全文数据库, 江南大学, 杨哪, 何程豪, 金亚美, 徐学明, 吴石林, 徐悦, 潘永江, 吕莉萍, 周泓伶, 磁, 电源, 线圈, 杀菌, 低温, 非热效应, magnet+, coil, sterilizat+

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	CN 109647305 A (英都斯特无锡感应科技有限公司) 2019年 4月 19日 (2019 - 04 - 19) 说明书第0008-0022段、实施例2及图2	1-12
A	CN 107625023 A (付军伟) 2018年 1月 26日 (2018 - 01 - 26) 具体实施方式	1-12
A	CN 2604182 Y (江苏大学) 2004年 2月 25日 (2004 - 02 - 25) 具体实施方式	1-12
A	CN 1849943 A (殷涌光) 2006年 10月 25日 (2006 - 10 - 25) 实施例1	1-12
A	CN 103626267 A (广州昭合环保科技有限公司) 2014年 3月 12日 (2014 - 03 - 12) 具体实施方式	1-12
A	US 6086932 A (GUPTA R. P. 等) 2000年 7月 11日 (2000 - 07 - 11) 说明书全文	1-12

☐ 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

2021年 6月 16日

国际检索报告邮寄日期

2021年 6月 24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

臧静

电话号码 86-(10)-53962776

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/133251

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	109647305	A	2019年 4月 19日	CN 109647305 B	2021年 3月 26日
CN	107625023	A	2018年 1月 26日	无	
CN	2604182	Y	2004年 2月 25日	无	
CN	1849943	A	2006年 10月 25日	CN 100463618 C	2009年 2月 25日
CN	103626267	A	2014年 3月 12日	CN 103626267 B	2015年 8月 12日
US	6086932	A	2000年 7月 11日	无	