

(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
2024 年 12 月 5 日 (05.12.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/244124 A1

- (51) 国际专利分类号:
A23B 4/07 (2006.01) **A23L 3/365** (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/106775
- (22) 国际申请日: 2023 年 7 月 11 日 (11.07.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310630771.8 2023年5月30日 (30.05.2023) CN
202310626126.9 2023年5月30日 (30.05.2023) CN
202310626086.8 2023年5月30日 (30.05.2023) 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 214000 (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 214000 (CN)。姚黄兵 (YAO, Huangbing); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。金亚美 (JIN, Yamei); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。周宇益

(ZHOU, Yuyi); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。张孝 (ZHANG, Xiao); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。徐学明 (XU, Xueming); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。巫宇航 (WU, Yuhang); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。吴凤凤 (WU, Fengfeng); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。徐丹 (XU, Dan); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。薛丽萍 (XUE, Liping); 中国江苏省无锡市滨湖区蠡湖大道 1800 号, Jiangsu 214000 (CN)。

(74) 代理人: 南京利丰知识产权代理事务所 (特殊普通合伙) (NANJING LI & FENG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (SPECIAL GENERAL PARTNERSHIP)); 中国江苏省南京市秦淮区中华路 50 号江苏国际经贸大厦 1801 室, Jiangsu 210001 (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,

(54) **Title:** NON-THERMAL THAWING APPARATUS, ELECTRICAL APPLIANCE HAVING THAWING FUNCTION, AND NON-THERMAL THAWING METHOD

(54) 发明名称: 非热解冻装置、具有解冻功能的电器及非热解冻方法

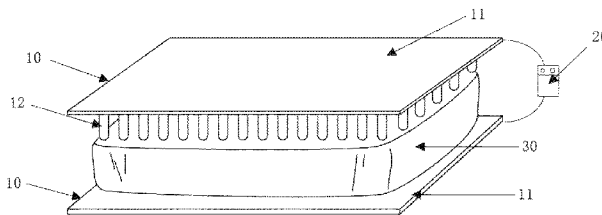


图 1

(57) **Abstract:** The present application discloses a non-thermal thawing apparatus, an electrical appliance having a thawing function, and a non-thermal thawing method. The non-thermal thawing method comprises: applying at least one oscillating electric current to a frozen food, the heat generated by the oscillating electric current in the frozen food being identical to the energy required to convert ice crystals in the frozen food into liquid water, or being slightly greater than the energy required to convert the ice crystals in the frozen food into liquid water, thereby thawing the frozen food, without the final thawed temperature inside the frozen food exceeding 15°C. The non-thermal thawing method provided in the present application uses energy provided by a specific oscillating electric current to melt ice crystals in a frozen food, thereby thawing the frozen food and achieving a higher food quality post-thawing.

(57) **摘要:** 本申请公开了一种非热解冻装置、具有解冻功能的电器及非热解冻方法。所述非热解冻方法包括: 向冷冻食品施加至少一振荡电流, 所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量, 从而使所述冷冻食品被解冻, 且使所述冷冻食品内部区域的解冻终点温度不超过 15°C。本申请提供的一种非热解冻方法, 采用特定的振荡电流提供的能量使冷冻食品内部冰晶融化, 从而实现冷冻食品的解冻, 使得解冻后的食品品质更高。

BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

非热解冻装置、具有解冻功能的电器及非热解冻方法

本申请基于并要求于 2023 年 05 月 30 日递交的申请号为 2023106307718、申请名称为“非热解冻装置、具有解冻功能的电器及非热解冻方法”、于 2023 年 05 月 30 日递交的申请号为 2023106261269、申请名称为“提高冷冻食品解冻品质的方法”、于 2023 年 05 月 30 日递交的申请号为 2023106260868、申请名称为“冷冻食品的解冻方法”的中国专利申请的优先权。

技术领域

本申请特别涉及一种非热解冻装置、具有解冻功能的电器及非热解冻方法，属于食品解冻技术领域。

背景技术

随着人口增长和经济发展，全球对食品的需求日益增加。提供健康和安全的食品原料是目前人们关注的焦点。冷冻是食品长期保存最常见方法，但冷冻食品在批量化加工或食用前往往需要进行解冻处理。由于冷冻食品的细胞组织受到冰晶的影响，最终产品的品质与解冻技术和工艺参数相关。在解冻过程中，食品在外界环境和微生物的影响下，长时间解冻会引起微生物滋生、蛋白质变性、水分及营养成分流失、脂质氧化等风险，从而降低其经济价值。

目前，浸渍解冻和空气解冻是最常见的解冻方法。然而，这些传统方法耗时长，易导致解冻过程中食品原料的品质下降。近年来，一些新兴的非热技术，包括超声波、高压静电场、微波和射频等，已被用于一些食品材料的解冻。但是，超声波解冻的使用成本高昂，且对细胞组织破坏性较大，易导致样品的损伤；高压静电场的输出电压高，存在安全隐患，固载电源投入成本较高；微波解冻利用电磁波穿透食材，实现内部水分子的振荡摩擦并发热，然而，冷冻食品中的水分子形成固定冰晶，仅能在有限范围内旋转振荡位移，导致水分含量高的部分会吸收更多电磁波能量，进而样品表面局部过热，解冻不均匀；而射频解冻利用大分子和离子在高频

电磁场的摩擦、碰撞，使样品内部产生热量，但射频解冻效果与上下极板间距、冷冻产品位置及几何形状、激励信号波形均有关系，频率越低，穿透深度越大，但频率过高，则易导致穿透深度低，当食品形状不规则时，边角厚度较小的部分易被射频波穿透，也会导致局部加热过度进而影响产品品质。

目前常见解冻技术均无法针对不规则食品原料实现均匀的温升，且投入和使用成本相对较高，导致现有物理解冻技术的商业价值及普及推广仍具有较大局限。

申请内容

本申请的主要目的在于提供一种非热解冻装置、具有解冻功能的电器及非热解冻方法，从而克服现有技术中的不足。

为实现前述申请目的，本申请采用的技术方案包括：

本申请一方面提供了一种非热解冻方法，包括：

向冷冻食品施加至少一振荡电流，所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，且使所述冷冻食品内部区域的解冻终点温度不超过 15℃。

本申请另一方面还提供了一种非热解冻装置，包括：

至少两个振荡电流发射组件，至少两个所述振荡电流发射组件相对设置，且至少两个所述振荡电流发射组件之间形成有可供放置冷冻食品的容置空间，其中，每一所述振荡电流发射组件包括至少一个导电模块，所述导电模块能够与位于所述容置空间内的冷冻食品接触；

控制电源，与每一所述导电模块电连接，并至少用于向每一所述导电模块提供振荡电流。

本申请另一方面还提供了一种具有解冻功能的电器，包括所述非热解冻装置。

与现有技术相比，本申请的优点包括：

1) 本申请提供了一种非热解冻装置的结构简单，可以适用于不同形态冷冻食品的解冻处理，且在对冷冻食品的解冻处理过程中，可同时对冷冻食品的多个不同部分同时进行解冻，解冻过程更加均匀且高效；

2) 本申请提供一种非热解冻方法, 采用特定的振荡电流提供的能量使冷冻食品内部冰晶融化, 从而实现冷冻食品的解冻, 该特定的振荡电流所提供的能量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量, 从而使冷冻食品在相对低温的状态下即可被高效且均匀的解冻, 最终冷冻食品的解冻终点温度不超过 15 °C, 使得解冻后的食品品质更高;

3) 本申请在解冻过程中, 随着振荡电流的持续施加, 冷冻食品内部的冰晶开始逐渐消融, 为了保证解冻过程的线性化, 以防止局部电流或能量施加过大而造成的表面焦糊和蛋白质变性、避免内部区域温差过大, 故采用分阶段的解冻处理工艺, 使施加的振荡电流强度或冷冻食品部分区域所接受的能量总体呈现降低趋势, 实现内外冰晶的同时消融, 同时达到均匀解冻的目的, 且样品内部截面的区域温差更小, 最终冷冻食品的解冻终点温度不超过 15 °C, 使得解冻后的食品品质更高;

4) 本申请提供的冷冻食品的解冻方法, 对各部分分阶段、周期性施加特定的振荡电流, 在扫描式的处理流程下, 使得冷冻食品不同部分能间歇式的接受到能量, 即“跑马灯”式的快速施加, 有助于冷冻食品内部冰晶的均匀消融; 和振荡电流恒稳解冻相比, 本申请提供的冷冻食品的解冻方法, 可以进一步的防止短时聚集能量过高以及表面局部过热现象, 冷冻食品的汁液流失更少; 和分阶段同时解冻相比, 本申请提供的冷冻食品的解冻方法中的冷冻食品的冰晶消融线性程度更佳, 故解冻终点时的冷冻食品内部截面的区域的温差更小, 使得解冻后的食品品质更高。

附图说明

图 1 是本申请实施例 1 中提供的一种非热解冻装置的结构示意图;

图 2 是本申请实施例 2 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图;

图 3 是本申请实施例 6 中提供的一种非热解冻装置对冷冻食品进行解冻时的结构示意图;

图 4 是本申请实施例 6 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图;

图 5 是本申请实施例 7 中提供的一种非热解冻装置对冷冻食品进行解冻时的结构示意图;

图 6 是本申请实施例 7 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图;

图 7 是本申请实施例 8 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图；
图 8 是本申请实施例 9 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图；
图 9 是本申请实施例 10 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图；
图 10 是本申请实施例 11 中包含多个电极的振荡电流发射组件的结构示意图。

具体实施方式

鉴于现有技术中的不足，本案申请人经长期研究和大量实践，得以提出本申请的技术方案。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。

本申请中的名词解释：

冷冻食品：在低于 -4°C 的温度下被冻结的食品。

非热解冻：不依靠热传导如浸渍或风吹的方式使食品升温解冻，即在无外界热源情况下，使食品内部解冻处理。

本申请一方面提供了一种非热解冻方法，包括：

向冷冻食品施加至少一振荡电流，所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，且使所述冷冻食品内部区域的解冻终点温度不超过 15°C 。

进一步的，每一所述振荡电流的电流强度为 $3\text{-}2000\text{ mA}$ 、电流频率为 $1\text{ Hz-}100\text{ kHz}$ ，其中，所述振荡电流的电流强度为有效值。

进一步的，所述振荡电流的电流波形为方波或锯齿波。

进一步的，所述非热解冻方法具体包括：周期性的施加所述振荡电流。

进一步的，所述振荡电流的施加周期为 $0\text{-}10\text{ min}$ 。

进一步的，所述非热解冻方法具体包括：同时向所述冷冻食品的多个部分施加多个所述振荡电流。

进一步的，多个所述振荡电流的电流频率相同，电流强度相同或不同。

进一步的，向所述冷冻食品的每一部分施加的所述振荡电流的电流强度和每一部分的厚度正相关。

进一步的，所述冷冻食品的厚度在 15 cm 以内。

进一步的，所述冷冻食品的厚度为 0.5-15 cm，且当所述冷冻食品的选定部分的厚度为 0.5-8 cm 时，施加于该选定部分的每一振荡电流的电流强度为 3-400 mA；当所述冷冻食品的选定部分的厚度为 8-15 cm 时，施加于该选定部分的每一振荡电流的电流强度为 400-2000 mA。

在一较为典型的实施案例中，所述的非热解冻方法包括：依次对冷冻食品进行 m 个阶段的解冻处理，每个阶段的解冻处理包括：向冷冻食品施加至少一振荡电流，每一所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，且使所述冷冻食品的内部区域的解冻终点温度不超过 15 °C；

其中，针对所述冷冻食品的同一部分，第 m 个阶段所施加的振荡电流的保持时间与第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的保持时间相同，而第 m 个阶段所施加的振荡电流的电流强度小于第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的电流强度，或者，第 m 个阶段所施加的振荡电流的电流强度与第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的电流强度相等，而第 m 个阶段所施加的振荡电流的保持时间小于第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的保持时间， $m \geq 2$ 。

进一步的， m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的保持时间相同，而 m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的电流强度是梯度变化的，或者， m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的电流强度是相同的，而 m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的保持时间是梯度变化的。

进一步的， m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的保持时间相同，而 m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的电流强度是梯度变化的，或者， m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的电流强度是相同的，而 m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的保持时间是梯度变化的。

进一步的，针对同一所述闭合回路，第 m 个阶段所施加的振荡电流的电流强度为第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的电流强度的 20-80%，或者，针对同一所述闭合回路，第 m 个阶段所施加的振荡电流的保持时间为第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的保持时间的 20-80%。

在一较为典型的实施案例中，所述非热解冻方法包括 m 个解冻阶段，每一解冻阶段包括 n 个解冻周期，每一所述解冻周期包括依次向冷冻食品的 x 个部分施加振荡电流，所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，所述冷冻食品的内部区域的解冻终点温度不超过 15°C ，其中， m 、 n 、 $x \geq 1$ ， m 、 n 、 x 均为整数；

进一步的，每一所述解冻周期包括：每次向冷冻食品的一个或多个部分施加 y 个振荡电流， $y \geq 1$ ， y 为整数。

进一步的，在每一解冻周期内，每次向冷冻食品的一个部分周期性地施加所述振荡电流，所述振荡电流的施加周期为 $0.1-10\text{ min}$ 。

进一步的，冷冻食品的 x 个部分的厚度相同或不同，以及，向冷冻食品的 x 个部分施加的所述振荡电流的电流强度与冷冻食品的每一部分的厚度正相关。

进一步的，所述冷冻食品的厚度在 15 cm 以内，每一所述振荡电流的电流强度为 $3-2000\text{ mA}$ 、电流频率为 $1\text{ Hz}-100\text{ kHz}$ ，所述电流强度为有效值。

进一步的，所述振荡电流的电流波形为方波或锯齿波。

进一步的，冷冻食品的选定部分的厚度与施加于该选定部分的振荡电流的电流强度的对应关系为 $0.5-15\text{ cm} : 3-2000\text{ mA}$ 。

进一步的，当所述冷冻食品的选定部分的厚度为 $0.5-8\text{ cm}$ 时，施加于该选定部分的振荡电流的电流强度为 $3-400\text{ mA}$ ；当所述冷冻食品的选定部分的厚度为 $8-15\text{ cm}$ 时，施加于该选定部分的振荡电流的电流强度为 $400-2000\text{ mA}$ 。

进一步的，所述的非热解冻方法包括：使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流梯度减小，而使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流的保持时间保持相同，或，使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流梯度保持相同，而使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流的保持时间梯度减小。

进一步的，每个解冻阶段的时间为 $0.1-10\text{ min}$ ，每一解冻周期向冷冻食品的 x 个部分施加振荡电流的保持时间均是相同的。

进一步的，针对同一所述闭合回路，第 m 个解冻阶段所施加的振荡电流的电流强度为第 $m-1$ 个解冻阶段所施加的振荡电流的电流强度的 20-80%，或者，针对同一所述闭合回路，第 m 个解冻阶段所施加的振荡电流的保持时间为第 $m-1$ 个解冻阶段所施加的振荡电流的保持时间的 20-80%， $(m-1) \geq 1$ 。

进一步的，所述的非热解冻方法具体包括：使与控制电源电连接的至少一组导电模块与冷冻食品电性接触，并在每一组导电模块与冷冻食品之间形成至少一个闭合回路，以及，以所述控制电源向每一所述闭合回路内施加一所述振荡电流，其中，该一组导电模块包括两个导电模块，该两个导电模块分别与控制电源的两个不同的接线端电连接；可以理解的，每一所述闭合回路内的振荡电流的电流强度的有效值均为 3-2000 mA、电流频率为 1 Hz-100 kHz。

进一步的，所述非热解冻方法具体包括：使与控制电源电连接的多组导电模块与冷冻食品接触，并在多组导电模块与冷冻食品之间形成多个闭合回路，以及，同时以所述控制电源分别向多个所述闭合回路内施加多个所述振荡电流，在每一闭合回路施加的所述振荡电流的电流强度和每一所述闭合回路对应的冷冻食品的厚度正相关。

需要说明的是，冷冻食品的厚度与它的冰晶含量正相关，即厚度越大的部分对应的冰晶含量越大。

在一些较为具体的实施方案中，所述的非热解冻方法具体包括：在同一时间段内，向所述冷冻食品的第一部分施加第一振荡电流、向所述冷冻食品的第二部分施加第二振荡电流，所述第一部分具有第一厚度、所述第二部分具有第二厚度，

当所述第一厚度与所述第二厚度相等时，所述第一振荡电流与所述第二振荡电流相等，当所述第一厚度大于所述第二厚度时，所述第一振荡电流大于所述第二振荡电流，当所述第一厚度小于所述第二厚度时，所述第一振荡电流小于所述第二振荡电流，所述第一振荡电流和所述第二电流的电流强度的有效值均为 3-2000 mA、电流频率均为 1 Hz-100 kHz。

进一步的，每一所述导电模块包括一个或多个导电结构，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构串联和/或并联。

进一步的，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构间隔设置，且相邻两个所述导电结构之间的间距为 1-30 mm。

在一些较为具体的实施方案中，所述的非热解冻方法还包括：使所述导电模块沿选定方向活动，以使所述导电模块与所述冷冻食品接触。

进一步的，所述的非热解冻方法具体包括：至少使部分所述导电模块沿选定方向活动，以使多个所述导电模块的工作端位于一选定工作面，所述选定工作面的轮廓与冷冻食品的表面轮廓相匹配，位于所述选定工作面内的多个所述导电模块的工作端同时与所述冷冻食品接触部分，可以理解的，通过设置多个可以活动的导电模块，可以使导电模块与不规则形状和/或表面不平滑的冷冻食品接触并保持良好的贴合状态，从而避免冷冻食品内部局部过热而导致的熟化或变质问题。

进一步的，所述的非热解冻方法具体包括：向冷冻食品的每一部分均周期性的施加所述振荡电流。

进一步的，所述振荡电流的施加周期为 0-10 min。

在一些较为具体的实施方案中，所述的非热解冻方法还包括：使在不同时间段向所述冷冻食品施加的所述振荡电流的电流强度的有效值保持恒定。

进一步的，所述的非热解冻方法具体包括：利用欧姆定律，采用振荡电压监测与所述冷冻食品的选定部分对应的所述闭合回路内的振荡电流，根据每一所述闭合回路内的振荡电压占空比调节施加于相应所述闭合回路的振荡电流的电流强度，即利用调幅原理，使所述闭合回路内的振荡电流的电流强度保持恒定，且振荡电压有效值为 20-300 V，占空比为 1-99%；需要说明的是，冷冻食品的厚度与自身阻抗正相关，即厚度越大的部分对应的阻抗越大。

需要说明的是，当导电性的冷冻食品与控制电源电连接的两组导电模块接触时，电流会通过食品并释放出能量，从而引起食品的自发热现象，进而引起食品的冰晶消融现象，最终达到解冻的效果，并且，为了避免食品内的电流释放的能量过大而导致食品内部局部过热的问题，本申请采用电流强度的有效值为 3-2000 mA、电流频率为 1 Hz-100 kHz、电流波形为方波或锯齿波的振荡电流，能够将电流产生的能量控制在与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相当，从而使解冻的速度更快、效果更好且能耗更低。

具体的，在解冻过程中，随着振荡电流的持续施加，冷冻食品内部的冰晶开始逐渐消融，为了保证解冻过程的线性化，以防止局部电流或能量施加过大而造成的表面焦糊和蛋白质变

性、避免内部区域温差过大，故采用分阶段的解冻处理工艺，使施加的振荡电流强度或冷冻食品部分区域所接受的能量总体呈现降低趋势，实现内外冰晶的同时消融，同时达到均匀解冻的目的，且样品内部截面的区域温差更小。

具体的，与振荡电流恒稳解冻或分阶段同时解冻相比，对各部分分阶段、周期性施加特定的振荡电流，在扫描式的处理流程下，使得冷冻食品不同部分能间歇式的接受到能量，即“跑马灯”式的快速施加，有助于冷冻食品内部冰晶的均匀消融；和振荡电流恒稳解冻相比，本申请可以进一步的防止短时聚集能量过高以及表面局部过热现象，冷冻食品的汁液流失更少；而和分阶段同时解冻相比，本申请中的冷冻食品的冰晶消融线性程度更佳，故解冻终点时的冷冻食品内部截面的区域的温差更小。

进一步的，所述冷冻食品内部区域的解冻终点温度为 $-4-15^{\circ}\text{C}$ 。

进一步的，所述冷冻食品包括冷冻水产品、冷冻肉制品或冷冻面制品等，所述冷冻肉制品包括冷冻畜类产品或冷冻禽类产品等。

本申请另一方面还提供了一种非热解冻装置，包括：

至少两个振荡电流发射组件，至少两个所述振荡电流发射组件相对设置，且至少两个所述振荡电流发射组件之间形成有可供放置冷冻食品的容置空间，其中，每一所述振荡电流发射组件包括至少一个导电模块，所述导电模块能够与位于所述容置空间内的冷冻食品接触；

控制电源，与每一所述导电模块电连接，并至少用于向每一所述导电模块提供电流强度为 $3-2000\text{ mA}$ 、电流频率为 $1\text{ Hz}-100\text{ kHz}$ 的振荡电流。

进一步的，每一所述振荡电流发射组件包括多个导电模块，相邻两个所述导电模块之间的间距为 $1-30\text{ mm}$ 。

进一步的，每一所述导电模块包括多个导电结构，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构串联和/或并联。

进一步的，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构间隔设置，且相邻两个所述导电结构之间的间距为 $1-30\text{ mm}$ 。

进一步的，至少部分所述导电结构是可以活动的，该部分所述导电结构可以在外力驱使下沿选定方向运动，而使多个所述导电结构的工作端配合形成多个工作面，每一所述工作面的轮

廓与一种形态的冷冻食品的表面轮廓相匹配，从而使多个所述导电结构始终与冷冻食品的表面接触，或者，所述导电结构是固定设置的，且所述导电结构为可伸缩的结构。

进一步的，所述振荡电流发射组件还包括支撑体，所述导电结构设置在所述支撑体，其中，至少部分所述导电结构与所述支撑体活动配合，且该部分所述导电结构与第一驱动机构传动连接，外力是由所述第一驱动机构提供的，或者，该部分所述导电结构还经一弹性机构与所述支撑体连接，所述外力是由所述弹性机构的弹力与所述弹性机构与冷冻食品接触时产生的压力的合力。

进一步的，所述的非热解冻装置还包括第二驱动机构，所述第二驱动机构与至少一振荡电流发射组件传动连接，并用于驱使所述振荡电流发射组件沿靠近或远离与其相对设置的另一振荡电流发射组件的方向运动。

进一步的，所述第二驱动机构与所述支撑体传动连接。

本申请另一方面还提供了一种具有解冻功能的电器，包括所述非热解冻装置，所述非热解冻装置可以设置在具有解冻功能的电器的解冻空间（如解冻层等），所述具有解冻功能的电器可以是冰箱、微波炉、解冻箱、电烤炉等，具体的，该具有解冻功能的电器可以是小型的家用电器，也可以是大型的工业用电器等。

针对现有技术的诸多缺陷，本案申请人经长期研究和大量实践，得以提出本申请的技术方案。如下将结合附图以及具体实施案例对该技术方案、其实施过程及原理等作进一步的解释说明。但是，应当理解，在本申请范围内，本申请的上述各技术特征和在下文（实施例）中具体描述的各技术特征之间都可以相互结合，从而构成新的或者优选的技术方案。限于篇幅，在此不再一一累述。

实施例 1

一种非热解冻装置，可以设置在具有解冻功能的电器中，或者，作为具有解冻功能的电器的一部分，该具有解冻功能的电器可以是冰箱、微波炉、解冻箱、电烤炉等，具体的，该具有解冻功能的电器可以是小型的家用电器，也可以是大型的工业用电器等。该非热解冻装置可以设置在具有解冻功能的电器的解冻空间（解冻层），需要说明的是，该非热解冻装置与具有解冻功能的电器的电路连接结构等均是本领域技术人员已知的，在此不做具体的限定。

请参阅图 1，该非热解冻装置包括两个振荡电流发射组件 10 和控制电源 20，两个振荡电流发射组件 10 相对且间隔设置，两个振荡电流发射组件 10 之间形成有可供放置冷冻食品 30 的容置空间，控制电源 20 与两个振荡电流发射组件 10 电连接，并向两个振荡电流发射组件 10 提供电流强度为 3-2000 mA、电流频率为 1 Hz-100 kHz、电流波形为方波的振荡电流，该振荡电流在位于容置空间内且与两个振荡电流发射组件 10 接触的冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使冷冻食品被解冻，且使冷冻食品的解冻终点温度不超过 15 °C，即实现对冷冻食品的非热解冻。

具体的，两个振荡电流发射组件 10 分别与控制电源 20 的两个接线端电连接，当两个振荡电流发射组件 10 之间电性导通时，在两个振荡电流发射组件 10 与控制电源 20 之间形成一个或多个闭合回路，控制电源 20 可以向每一闭合回路施加电压，以在每一闭合回路内都形成前述的振荡电流，并且，控制电源还通过所施加的电压信号和实时输出的电流来对一组导电模块之间（即对应一闭合回路）的冷冻食品的解冻状态（基于欧姆定律实现）进行监测和分析，并根据每一闭合回路内阻抗调节施加在该闭合回路的电压。

在本实施例中，两个振荡电流发射组件 10 的结构可以是相同的，以其中一个振荡电流发射组件为例，振荡电流发射组件 10 包括一个或多个导电模块，多个导电模块均与控制电源 20 电连接，与控制电源 20 的不同接线端电连接的两个导电模块可以配合形成一个闭合回路，具体的，控制电源 20 可单独控制每一个或多个导电模块，使每个导电模块都可以施加电流强度的有效值为 3-2000 mA、电流频率为 1 Hz-100 kHz、电流波形为方波的振荡电流。

在本实施例中，多个导电模块的工作端配合形成工作面的轮廓形状可以调节，以适配多种形态的解冻食品，其中，导电模块的工作端为导电模块朝向容置空间且与冷冻食品接触的一端。

在本实施例中，每一振荡电流发射组件 10 所包含的多个导电模块可以是串联和/或并联设置的。

在本实施例中，每一所述导电模块可以包括一个或多个导电结构 12，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构 12 串联和/或并联，每一所述导电模块中相邻两个所述导电结构 12 之间的间距为 1-30 mm。

在本实施例中，导电结构 12 可以是导电触点或电极等，导电结构 12 也可以称之为电极，导电结构 12 的径向截面的形状可以是圆形、三角形、圆角矩形、梯形等，图 1 中示出的导电结构 12 为球形结构，图 2 中示出的导电结构 12 为圆角长方体或圆柱体。

在本实施例中，导电结构 12 的材质可以是钛、铁、铜、铝等任意一种金属或两种以上金属形成的合金。

具体的，振荡电流发射组件 10 还可以包括支撑体 11，导电模块可以固定设置在支撑体 11 上，但导电模块自身为可以伸缩的结构，并且，导电模块自身包含第三驱动机构，该第三驱动机构与导电模块的活动部分传动连接，并驱使导电模块的活动部分沿自身轴向运动，进而使多个导电模块的工作端配合形成具有多种轮廓形状的多个工作面；该第三驱动机构可以是直线驱动电机或气缸等；

或者，导电模块活动设置在支撑体 11 上，且支撑体 11 上还设置有第一驱动机构，该第一驱动机构与导电模块传动连接，并驱使导电模块整体沿自身轴向方向活动，从而使多个导电模块的工作端配合形成具有多种形状的多个工作面，该第一驱动机构可以是直线驱动电机或气缸等；

或者，导电模块活动设置在支撑体 11 上，且导电模块与支撑体 11 之间还设置有弹性体，导电模块和支撑体 11 分别与该弹性体连接，当导电模块与冷冻食品接触而产生压力时，该弹性体可以发生可恢复的形变，从而使导电模块在该压力和弹性体的弹力的合力作用下沿自身轴向方向活动，从而使多个导电模块的工作端配合形成具有多种形状的多个工作面，示例性的，该弹性体可以是食品级的硅胶弹性构件、橡胶弹性构件、塑料弹性构件或金属弹性构件（例如弹簧）等。

可以理解的，导电模块与支撑体的配合连接关系可以等同于部分或全部导电结构 12 与支撑体的配合连接关系。

在本实施例中，所述支撑体 11 可以是导电或非导电的构件，当所述支撑体 11 为导电构件时，所述导电模块可以与支撑体 11 一体设置，示例性的，所述支撑体 11 的材质可以是钛、铁、铜、铝等任意一种金属或两种以上金属形成的合金，也可以是非金属，所述支撑体 11 可以是平整的板状结构，也可以是表面带凸起、凹陷或褶皱的板状结构，需要说明的是，当导电模块与支撑体一体设置时，导电模块和支撑体整体可以是导电的金属板/导电结构 12 板。

在本实施例中，控制电源 20 包括交流电源和控制电路板，控制电路板与交流电源电连接，控制电路板用于调控交流电源输出的电流的频率、电流波形、振荡电压以及监测闭合回路内的冷冻食品的解冻状态等，以使控制电源输出前述振荡电流，需要说明的是，控制电路板可以包括 PLC 控制等，控制电路板所采用的数控程序等均可以通过市购获得，且控制电源中的电路结构和调幅控制占空比达到恒流输出的方式均是采用本领域技术人员已知的方式或技术进行实现的，在此不做特别的限定。

在本实施例中，其中至少一支撑体还与第二驱动机构传动连接，并能够在第二驱动机构的驱使下运动，以靠近或远离与之相对的另一支撑体，从而使两个振荡电流发射组件 10 之间的容置空间的高度可以调节，示例性的，该第二驱动机构可以是直线驱动电机或气缸等直线驱动机构。

需要说明的是，本实施例中仅示出了设置两个振荡电流发射组件 10 的案例，当然，还可以设置四个或更多个振荡电流发射组件 10，例如，当设置四个振荡电流发射组件 10 时，其中两个振荡电流发射组件 10 沿第一方向相对设置，其余两个振荡电流发射组件 10 沿第二方向相对设置，该四个振荡电流发射组件 10 之间形成容置空间，第一方向和第二方向交叉设置。

实施例 2 单阶段解冻厚切牛排（一极板+多固定电极+支撑体+同恒流）

本实施例中对冷冻的厚切牛排进行解冻的方法是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的厚切牛排是在-15℃进行冻结的，且该厚切牛排是厚度均一的。

请参阅图 1 和图 2，本实施例所采用的非热解冻装置包含相对设置的两个振荡电流发射组件，其中一个振荡电流发射组件包含的电极数量为 100 个，每 5 个电极连接为一路输出（即，每 5 个电极作为一个导电模块，下同），故此振荡电流发射组件包含 20 条输出引线，另一个振荡电流发射组件为单极板（可以理解为电极与支撑体设置为一体的金属板，下同），且含一条

输出引线作为公共端，两个振荡电流发射组件的 21 条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制 20 路输出的振荡电流的电流强度、频率和持续时间，并在厚切牛排的不同部分形成最多 20 个闭合回路。

本实施例中的电极的材质为 316 不锈钢，电极顶部的结构呈半球形且直径为 5 mm，电极的高度为 20 mm，相邻两个电极之间的最小间距为 8 mm，所有电极和输出引线都通过支撑体固定。

一种解冻厚切牛排的方法，具体包括：

1) 取 350 g 冷冻的厚切牛排，测量厚切牛排长度最大为 15 cm，最大宽度 6 cm，厚度均为 3.5 cm。

2) 将该厚切牛排设置在振荡电流发射组件之间，且两个振荡电流发射组件设置在冷冻厚切牛排的上下两侧，使两个振荡电流发射组件分别与厚切牛排的多个区域/部分电性接触，由于厚切牛排两面平整，使得所设置的电极和单极板可以与厚切牛排的不同区域/部分均有效接触。

3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件对厚切牛排施加多个振荡电流，从而使所述厚切牛排被解冻。

具体的，解冻过程设置为一个阶段，持续时间为 12 min，解冻时，首先输出有效值 200 V 且占空比为 1% 的检测信号（例如检测振荡电压等），此时得到 20 路输出的平均电流有效值为 8 mA，程序分析后，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出的电流强度有效值始终保持在 50 mA、电流频率 2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，相应地，每个电极输出的平均电流强度则为 10 mA。

解冻结束后，将厚切牛排分割为 4 块，采用手持测温热像仪测量厚切牛排不同部分的温度，并检查厚切牛排表面和切面是否存在局部过热或未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的厚切牛排的平均温度为 0.5℃，最高点温度 3.3℃，最低点温度 -2.6℃，区域温差为 5.9℃，未出现局部过热或熟化的现象，且失重率为 4.32%。

对比例 1 解冻厚切牛排

对比例 1 中解冻厚切牛排的方法以及厚切牛排的形态、尺寸等与实施例 2 基本相同，且也是采用与实施例 1 中的非热解冻装置实施的，区别在于：

在解冻过程中，控制电源控制每路输出施加的电流强度始终为 3000 mA，每个电极输出的平均电流强度为 600 mA，超出本申请的技术指标，即厚度 8 cm 内施加的每一振荡电流的最大电流强度不超过 400 mA。

解冻结束后，观察厚切牛排解冻情况：将厚切牛排分割为 4 块，采用手持测温热像仪测量厚切牛排不同部分的温度情况，并检查厚切牛排表面和切面是否存在局部过热或未完全解冻或局部熟化现象；结果表明，对比例 1 中解冻后的厚切牛排表面温度达到 $23\pm0.8^{\circ}\text{C}$ ，其他大部分部分温度为 $18\pm1.6^{\circ}\text{C}$ ，区域温差为 12.6°C ，且表面有熟化现象，即蛋白质大量热变性而导致表面发白，且整体失重率为 15.57%。

实施例 3 解冻巴沙鱼

本实施例中进行解冻巴沙鱼的方法是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻巴沙鱼是在 -20°C 进行冻结的。

本实施例所采用的非热解冻装置包含两个相对设置的振荡电流发射组件，单个振荡电流发射组件包含的电极数量为 48 个，电极间的中心距为 25 mm。

一种解冻巴沙鱼的方法，具体包括：

取 500g 冷冻巴沙鱼，测量鱼身长度为 25-28 cm，鱼身宽度 4-11 cm，鱼身厚度 1.8-3.0 cm，将该冷冻巴沙鱼设置在振荡电流发射组件之间的容置空间内，且使两个振荡电流发射组件设置在冷冻巴沙鱼的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极分别与冷冻巴沙鱼的多个区域接触，由于电极可以活动，使得电极可以与巴沙鱼厚度不同的不同区域均可有效接触；

通过控制电源使每个电极各自发射出电流强度为 100 mA、电流频率 100 Hz、电流波形为锯齿波的振荡电流，并保持 3 min。

结束后，观察巴沙鱼解冻情况，将巴沙鱼分割为 4 块，采用手持测温热像仪观察不同区域温度情况，并观察巴沙鱼表面和切面是否存在局部过热，熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的巴沙鱼整体温度为 $-2\pm0.5^{\circ}\text{C}$ ，巴沙鱼不同厚度的表面及切面均未见过热现象，且失重率仅为 5.21%。

对比例 2 解冻巴沙鱼

对比例 2 中进行解冻巴沙鱼的方法以及冷冻巴沙鱼的形态、尺寸等与实施例 3 基本相同，也是采用与实施例 3 相同的非热解冻装置实施的，区别在于：

在解冻过程中，控制电源控制每个电极各自发射出的电流强度为 500 mA，且对比例 1 将多个电极的位置固定在同一平面内。

解冻结束后，观察巴沙鱼解冻情况，将巴沙鱼分割为 4 块，采用手持测温热像仪观察不同区域温度情况，并观察巴沙鱼表面和切面是否存在局部过热，熟化现象；结果表明，对比例 2 中由于电极不可调节，巴沙鱼身厚度不规则，解冻后局部温度达到 $6\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ ，大部分温度为 $-15\pm 1.6^{\circ}\text{C}$ ，且每个电极发射的电流强度过大，导致巴沙鱼厚度 3.0 cm 处表面略有熟化现象，内部仍有冰晶，而 1.8 cm 处由于未与电极接触，未解冻，且失重率为 11.85%。

实施例 4 解冻巴沙鱼

本实施例中解冻巴沙鱼的方法是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻巴沙鱼是在 -20°C 进行冻结的。

本实施例所采用的非热解冻装置包含两个相对设置的振荡电流发射组件，单个振荡电流发射组件包含的电极数量为 48 个，电极间的中心距为 25 mm。

一种解冻巴沙鱼的方法，具体包括：

取 500g 冷冻巴沙鱼，测量鱼身长度为 25-28 cm，鱼身宽度 4-11 cm，鱼身厚度 1.8-3.0 cm，将该冷冻巴沙鱼设置在振荡电流发射组件之间的容置空间内，且使两个振荡电流发射组件设置在冷冻巴沙鱼的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极分别与冷冻巴沙鱼的多个区域接触，由于电极可以活动，使得电极可以与巴沙鱼厚度不同的不同区域均可有效接触；

通过控制电源使每个电极各自发射出电流强度为 3mA、电流频率 80 Hz、电流波形为锯齿波的振荡电流，并保持 10 min。

结束后，观察巴沙鱼解冻情况，将巴沙鱼分割为 4 块，采用手持测温热像仪观察不同区域温度情况，并观察巴沙鱼表面和切面是否存在局部过热，熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的巴沙鱼整体温度为 $-2.5\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ，巴沙鱼不同厚度的表面及切面均未见过热现象，且失重率仅为 4.32%。

实施例 5 解冻猪肉

本实施例中进行解冻猪肉的方法是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻猪肉是在 -18°C 进行冻结的。

本实施例所采用的非热解冻装置包含两个相对设置的振荡电流发射组件，单个振荡电流发射组件包含的电极数量为 24 个，电极间的中心距为 10 mm。

一种解冻猪肉的方法，具体包括：

取 500g 冷冻猪肉，测量猪肉整体长度为 6-10 cm，宽度 4-6 cm，厚度 10-13 cm，将该冷冻猪肉设置在振荡电流发射组件之间的容置空间内，两个振荡电流发射组件相对设置在冷冻猪肉的左右两侧，且使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极分别与冷冻猪肉的多个区域接触，由于电极可以活动，使得电极可以与冷冻猪肉厚度不同的不同区域均可有效接触；

通过控制电源使每个电极各自发射出电流强度为 450 mA、电流频率 200 Hz、电流波形为方波的振荡电流，并保持 7 min。

解冻结束后，观察猪肉解冻情况，将猪肉分割为 4 块，采用手持测温热像仪观察不同区域温度情况，并观察猪肉表面和切面是否存在局部过热，熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的猪肉整体温度为 $1\pm 0.9^{\circ}\text{C}$ ，猪肉不同厚度的表面及切面均未见过热现象，且失重率仅为 4.29%。

对比例 3 解冻猪肉

对比例 3 中进行解冻猪肉的方法以及冷冻猪肉的形态、尺寸等与实施例 5 基本相同，且也是采用与实施例 5 相同的非热解冻装置实施的，区别在于：

在解冻过程中，控制电源控制每个电极各自发射出的电流强度为 0.5 mA，且对比例 3 将多个电极的位置固定在同一平面内。

解冻结束后，观察猪肉解冻情况，将猪肉分割为 4 块，采用手持测温热像仪观察不同区域温度情况，并观察猪肉表面和切面是否存在局部过热，熟化现象；结果表明，由于电极不可调节，且每个电极发射出的电流强度过小，猪肉厚度不规则，解冻后猪肉大部分区域的温度为 $-16\pm 1.6^{\circ}\text{C}$ ，未解冻。

实施例 6 多阶段解冻不规则的里脊肉（一单极板+多个活动电极+支撑体+同恒流）

请参阅图 3 和图 4，本实施例是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻的里脊肉是在 -18°C 进行冻结的。

本实施例所采用的非热解冻装置包含两个振荡电流发射组件，其中一个振荡电流发射组件包含的电极数量为 80 个，每 10 电极连接为一输出（即，每 10 个电极作为一个导电模块，下同），故此振荡电流发射组件包含 8 条输出引线；另一个振荡电流发射组件为单极板且含 1 条输出引线作为公共端，两个振荡电流发射组件的 9 条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制 8 路输出的振荡电流的电流强度、频率和持续时间，并在冷冻里脊肉不同区域/部分能形成最多 8 个闭合回路。

本实施例中的电极的材质为 304 不锈钢，电极顶部的结构呈半球形且直径为 5 mm，电极的高度为 32 mm，相邻电极之间的最小间距为 8 mm，所有电极和输出引线都通过支撑体固定，活动的电极内含弹簧，活动的电极的最大可伸缩距离为 12 mm。

一种解冻里脊肉的方法，具体包括：

1) 取 250 g 冷冻的里脊肉，里脊肉的长度最大为 23 cm，最大宽度为 5 cm，厚度为 2.3-3.5 cm 不等；

2) 将冷冻的里脊肉设置在振荡电流发射组件之间，且两个振荡电流发射组件设置在冷冻里脊肉的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极和单极板分别与冷冻里脊肉的不同区域/部分电性接触；需要说明的是，尽管该里脊肉的厚度不均匀，但由于电极可伸缩，使得该里脊肉能够与单极板以及多个电极和可以与里脊肉的不同区域/部分均有效接触；

3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件分阶段的对里脊肉施加多个振荡电流，从而使所述里脊肉被解冻，具体的解冻过程根据设置时间分为三个阶段，总计 8 min，其中，三个阶段设置为：解冻前期为 2 min，解冻中期 4 min，解冻末期 2 min。

解冻前期：首先输出有效值 150 V 且占空比为 1% 的检测信号，此时得到 8 路输出的平均电流有效值为 6 mA，程序分析后，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出各自施加的电流强度为 400 mA、电流频率 3000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，即每个电极提供的振荡电流的平均电流强度为 40 mA，持续 2 min；

解冻中期：通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出各自施加电流强度为 200 mA、电流频率 2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的振荡电流的平均电流强度则为 20 mA，持续 4 min；

解冻末期：通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出各自施加电流强度为 80 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的振荡电流的平均电流强度则为 8 mA，持续 2 min。

结束后，观察里脊肉解冻情况，将里脊肉分割为 4 块，采用手持测温热像仪检测里脊肉不同区域的温度，并检测里脊肉的表面和切面是否存在局部过热、未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的里脊肉平均温度为 -1.3°C ，最高点温度 0.4°C ，最低点温度 -3.4°C ，区域温差为 3.8°C ，未出现表面过热现象，且失重率仅为 3.85%。

实施例 7 多阶段解冻不规则三文鱼（一单极板+多个活动电极+支撑体+异恒流）

请参阅图 5 和图 6，本实施例是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻三文鱼是在 -20°C 进行冻结的。

本实施例所采用的非热解冻装置包含相对设置的两个振荡电流发射组件，其中一个振荡电流发射组件包含的电极数量为 45 个，每 15 个电极连接为一路输出，故此振荡电流发射组件包含 3 条输出引线；另一个振荡电流发射组件为单极板，且含 1 条输出引线作为公共端，两个相对设置的振荡电流发射组件的 4 条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制 3 路输出的振荡电流的电流强度、频率和持续时间，并在冷冻三文鱼不同区域能形成最多 3 个闭合回路。

本实施例中的电极的材质为铝合金，电极顶部的结构呈半球形且直径为 3 mm，电极的高度为 38 mm，相邻电极之间的最小间距为 10 mm，所有电极和输出引线都通过支撑体固定，活动的电极内含弹簧，活动的电极的最大可伸缩距离为 30 mm。

一种解冻三文鱼的方法，具体包括：

1) 取 150 g 冷冻的三文鱼，冷冻的三文鱼的最大长度为 13 cm，最大宽度为 6 cm，厚度为 1.0-4.0 cm 不等；

2) 将该冷冻的三文鱼放置在两个振荡电流发射组件之间, 且两个振荡电流发射组件设置在三文鱼的上下两侧, 使两个振荡电流发射组件分别与三文鱼的多个区域/部分接触, 由于冷冻三文鱼厚度不均匀, 但由于电极可伸缩, 使得所设置的电极和单极板可以与三文鱼的不同区域均有效接触; 其中, 第 1 路输出的 15 个电极与三文鱼厚度为 1.0-2.0 cm 的区域/部分电性接触, 第 2 路输出的 15 个电极与三文鱼厚度为 2.0-3.0 cm 的区域/部分电性接触, 第 3 路输出的 15 个电极与三文鱼厚度为 3.0-4.0 cm 的区域/部分电性接触。

3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件分阶段的对三文鱼施加多个振荡电流, 从而使所述三文鱼被解冻, 具体的解冻过程根据设置时间分为四个阶段, 总计 8 min, 四个阶段设置为: 解冻前期 1 min, 解冻 2 期 2 min, 解冻 3 期 3 min, 解冻末期 2 min。

解冻前期, 首先输出有效值 300 V 且占空比为 1% 的检测信号, 此时得到 3 路不同输出的平均电流有效值分别为 8 mA、10 mA 和 13 mA, 程序分析后, 通过控制电源迭代调幅输出的占空比使第 1 路输出施加的电流强度为 300 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 20 mA; 使第 2 路输出施加的电流强度为 450 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 30 mA; 使第 3 路输出施加的电流强度为 750 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 50 mA, 持续 1 min;

解冻 2 期, 通过控制电源迭代调幅输出的占空比使第 1 路输出施加的电流强度为 120 mA、电流频率 2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 8 mA; 使第 2 路输出施加的电流强度为 300 mA、电流频率 2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 20 mA; 使第 3 路输出施加的电流强度为 600 mA、电流频率 2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 40 mA, 持续 2 min;

解冻 3 期, 通过控制电源迭代调幅输出的占空比使第 1 路输出施加的电流强度为 90 mA、电流频率 3000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 6 mA; 使第 2 路输出施加的电流强度为 225 mA、电流频率 3000 Hz、电流波形为方波的振荡电流, 每个电极提供的平均电流强度则为 15 mA; 使第 3 路输出施加的电流强度为 450 mA、电流频率

3000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 30 mA，此时，单极板作为公共端承载 3 路输出总的振荡电流为 765 mA，持续 3 min；

解冻末期，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使第 1 路输出施加的电流强度为 75 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 5 mA；使第 2 路输出施加的电流强度为 150 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 10 mA；使第 3 路输出施加的电流强度为 300 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 20 mA，持续 1 min。

结束后，观察三文鱼解冻情况，将三文鱼分割为 4 块，采用手持测温热像仪检测三文鱼不同区域的温度，并检测三文鱼表面和切面是否存在局部过热、未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的三文鱼平均温度为 -0.7°C ，最高点温度 1.1°C ，最低点温度 -0.9°C ，区域温差为 2.0°C ，未出现表面过热现象，且失重率仅为 2.29%。

实施例 8 多阶段扫描解冻不规则鸡胸脯（一单极板+多个活动电极+跑马灯）

本实施例是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻鸡胸脯是在 -19.5°C 进行冻结的。

请参阅图 7，本实施例所采用的非热解冻装置包含相对设置的两个振荡电流发射组件，其中一个振荡电流发射组件包含的电极数量为 120 个，每 12 个电极连接为一路输出，故此振荡电流发射组件包含 10 条输出引线；另一个振荡电流发射组件为单极板且含 1 条输出引线作为公共端，两个相对设置的振荡电流发射组件的 11 条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制 10 路输出的振荡电流大小、频率和持续时间，并在冷冻鸡胸脯不同区域能形成最多 10 个闭合回路的振荡电流。

本实施例中的电极的材质为 316 不锈钢，电极顶部的结构呈半球形且直径为 4 mm，电极的高度为 6 mm，相邻电极之间的最小间距为 9 mm，所有电极间隔设置在支撑体上，活动的电极内含弹簧，活动的电极的最大可伸缩距离为 100 mm。

一种解冻鸡胸脯的方法，具体包括：

1) 取 660 g 冷冻的鸡胸脯，鸡胸脯的长度最大为 20 cm，最大宽度为 15 cm，厚度为 1.0-11.0 cm 不等；

2) 将冷冻的鸡胸脯置于两个振荡电流发射组件之间的容置空间内，且两个振荡电流发射组件设置在冷冻鸡胸脯的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极和单极板分别与冷冻鸡胸脯的多个区域/部分电性接触；需要说明的是，尽管冷冻鸡胸脯厚度不均匀，但由于电极可以活动，电极能贴附于鸡胸脯表面，从而使得电极和单极板可以与鸡胸脯的不同区域/部分保持有效的电性接触；其中，该 10 路输出与鸡胸脯的不同接触区域/部分的对应关系如表 1 所示，示例性的，第 1 路输出的 12 个电极与鸡胸脯的接触区域/部分的厚度为 1.0-2.0 cm，第 2 路输出的 12 个电极与鸡胸脯的接触区域/部分的厚度为 2.0-3.0 cm，第 3 路输出的 12 个电极与鸡胸脯的接触区域/部分的厚度为 3.0-4.0 cm，根据鸡胸脯的厚度以此类推，第 10 路输出的 12 个电极与鸡胸脯的接触区域/部分的厚度为 10.0-11.0 cm。

表 1 为 10 路输出与鸡胸脯的不同接触区域/部分的对应关系

第 N 路输出	单路输出的接触区域/部分的厚度（cm）	单路输出的电极数	第 N 路输出	单路输出的接触区域/部分的厚度（cm）	单一导电模块的电极数
1	1.0-2.0	12	6	6.0-7.0	12
2	2.0-3.0	12	7	7.0-8.0	12
3	3.0-4.0	12	8	8.0-9.0	12
4	4.0-5.0	12	9	9.0-10.0	12
5	5.0-6.0	12	10	10.0-11.0	12

3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件分阶段的依次对鸡胸脯的不同区域/部分施加振荡电流，从而使所述鸡胸脯被解冻，具体的解冻过程根据设置时间分为三个阶段，总计 10 min，三个阶段设置为：解冻前期 3 min，解冻中期 5 min，解冻末期 2 min。

解冻前期，首先输出有效值 180 V 且占空比为 1% 的检测信号，此时得到 10 路输出的平均电流有效值分别为 4 mA、5 mA、6 mA、7 mA、8 mA、9 mA、10 mA、11 mA、12 mA 和 13 mA，程序分析后，再通过控制电源迭代调幅输出的占空比使振荡电流保持恒定且每次只开启一

路输出用于提供振荡电流，其他 9 路输出保持关闭状态，持续一段时间后关闭该路输出，然后，再开启另一路输出振荡电流，同时其他 9 路输出也保持关闭状态，使 9 路输出依次循环开启，完成一次循环的时间为 10 s，形成跑马灯的输出形式，即始终保持一路输出开启状态，此循环处理过程保持 3 min，解冻前期的 3 min 时间内每路输出的振荡电流依次有 18 次开启和关闭，此时 10 路输出的配置参数如下表 2 所示；

表 2 为 10 路输出在解冻前期的配置参数

十路输出的顺序	单路输出对应区域/部分的厚度（cm）	电流频率（Hz）	单路输出的持续时间（s）	单个电极提供的电流强度（mA）
1	1.0-2.0	1000	0.2	50
2	2.0-3.0	1000	0.3	50
3	3.0-4.0	1000	0.5	60
4	4.0-5.0	1000	0.6	60
5	5.0-6.0	1000	0.8	100
6	6.0-7.0	1000	1.2	120
7	7.0-8.0	1000	1.4	120
8	8.0-9.0	1000	1.6	500
9	9.0-10.0	1000	1.6	500
10	10.0-11.0	1000	1.8	500

解冻中期，10 路输出的工作方式如前述，采用跑马灯形式每次开启每一路输出并同时关闭其他路输出，此循环处理过程保持 5 min，完成一次循环的时间为 10 s，故解冻中期的 5 min 时间内每路输出振荡电流依次有 30 次开启和关闭；此时 10 路输出的参数如下表 3 所示：

表 3 为 10 路输出在解冻中期的配置参数

10 路输出的顺序	单路输出对应区域/部分的厚度（cm）	电流频率（Hz）	单路持续时间（s）	单个电极提供的电流强度（mA）
1	1.0-2.0	1000	0.2	40

2	2.0-3.0	1000	0.3	40
3	3.0-4.0	1000	0.5	50
4	4.0-5.0	1000	0.6	50
5	5.0-6.0	1000	0.8	90
6	6.0-7.0	1000	1.2	100
7	7.0-8.0	1000	1.4	100
8	8.0-9.0	1000	1.6	400
9	9.0-10.0	1000	1.6	400
10	10.0-11.0	1000	1.8	400

解冻末期，10 路输出的工作方式如前述，也采用跑马灯形式开启每一路输出并同时关闭其他路输出，此循环处理过程保持 2 min，完成一次循环的时间为 5 s，故解冻末期的 2 min 时间内每路输出振荡电流依次有 24 次开启和关闭，此时 10 路输出的配置参数如表 4 所示：

表 4 为 10 路输出在解冻中期的配置参数

10 路输出的顺序	单路输出对应区域/部分的厚度（cm）	电流频率（Hz）	单路持续时间（s）	单个电极提供的电流强度（mA）
1	1.0-2.0	1000	0.2	20
2	2.0-3.0	1000	0.2	20
3	3.0-4.0	1000	0.3	30
4	4.0-5.0	1000	0.4	30
5	5.0-6.0	1000	0.5	50
6	6.0-7.0	1000	0.6	80
7	7.0-8.0	1000	0.7	80
8	8.0-9.0	1000	0.7	400
9	9.0-10.0	1000	0.7	400
10	10.0-11.0	1000	0.7	400

结束后，观察鸡胸脯解冻情况，将鸡胸脯分割为4块，采用手持测温热像仪检测不同区域温度情况，并观察鸡胸脯表面和切面是否存在局部过热、未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的鸡胸脯平均温度为 -1.3°C ，最高点温度 -0.5°C ，最低点温度 -1.5°C ，区域温差为 1.0°C ，未出现表面过热现象，且失重率仅为0.92%。

实施例9 多阶段解冻巴沙鱼（不规则样品，活动电极+支撑体）

本实施例是以实施例1中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻的巴沙鱼是在 -20°C 进行冻结的。

请参阅图8，本实施例所采用的非热解冻装置包含两个相对设置的振荡电流发射组件，每个振荡电流发射组件包含的电极数量为90个，每3电极连接为一路输出，故单个振荡电流发射组件包含30条输出引线，并与另一个振荡电流发射组件的30条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制30路输出的振荡电流大小、频率和持续时间，并在冷冻巴沙鱼不同区域/部分能形成最多30个闭合回路的电流。

本实施例中的电极的材质为316不锈钢，电极顶部的结构呈半球形且直径为4 mm，电极高度30 mm，相邻电极间最小间距为12 mm，所有电极和输出引线都通过支撑体固定，活动的电极内含弹簧，活动的电极的最大可伸缩距离为12 mm。

一种解冻巴沙鱼的方法，具体包括：

1) 取400 g冷冻巴沙鱼，巴沙鱼的鱼身长度最大为28 cm，宽度最大为11 cm，鱼身厚度为1.8-3.0 cm不等；

2) 将该冷冻巴沙鱼设置在振荡电流发射组件之间的容置空间内，且两个振荡电流发射组件设置在冷冻巴沙鱼的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极分别与冷冻巴沙鱼的多个区域/部分接触，尽管冷冻巴沙鱼厚度不均匀，但电极可伸缩活动，使得所设置的电极可以与巴沙鱼的不同区域/部分均有效电性接触。

3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件分阶段的对巴沙鱼施加多个振荡电流，从而使所述巴沙鱼被解冻，具体的解冻过程根据设置时间分为三个阶段总计10 min，三个阶段设置为：解冻前期为3 min，解冻中期5 min，解冻末期2 min。

解冻前期，先输出有效值 230 V 且占空比为 1% 的检测信号，此时得到 30 路不同输出的平均电流有效值为 7 mA，程序分析后，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出各自施加电流强度为 150 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 50 mA，持续 3 min；

解冻中期，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出各自施加电流强度为 90 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 30 mA，持续 5 min；

解冻末期，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使每路输出各自施加电流强度为 30 mA、电流频率 1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为 10 mA，持续 2 min。

结束后，观察巴沙鱼解冻情况，将巴沙鱼分割为 4 块，采用手持测温热像仪检测不同区域温度情况，并观察巴沙鱼表面和切面是否存在局部过热、未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的巴沙鱼平均温度为 -2.1°C ，最高点温度 0.2°C ，最低点温度 -2.8°C ，区域温差为 3.0°C ，未出现表面过热现象，且失重率仅为 3.45%。

对比例 4 解冻巴沙鱼

对比例 4 中进行解冻的巴沙鱼的方法以及冷冻巴沙鱼的形态、尺寸等与实施例 9 基本相同，也是采用与实施例 9 中的非热解冻装置实施的，区别在于：

在解冻过程中，控制电源控制每路输出各自发射的电流强度始终为 150 mA，持续时间 10 min，但不进行分阶段式的解冻，且对比例 2 将多个电极的位置固定在同一平面内，在冷冻巴沙鱼局部区域形成 15 个闭合回路，从而施加 15 个振荡电流。

解冻结束后，观察巴沙鱼解冻情况，将巴沙鱼分割为 4 块，采用手持测温热像仪检测不同区域温度情况，并观察巴沙鱼表面和切面是否存在局部过热，熟化现象；结果表明，对比例 4 中由于极头不可调节，巴沙鱼身厚度不规则，解冻后局部温度达到 $10\pm 0.8^{\circ}\text{C}$ ，其他大部分区域温度为 $-15\pm 1.6^{\circ}\text{C}$ ，内部仍有冰晶，无法用刀切开，且在解冻过程中施加在巴沙鱼内的振荡电流的电流强度保持不变，每个电极由于发射的电流强度在解冻后期持续过高，导致电极与巴沙鱼

的接触时间长，进而造成巴沙鱼厚度 3.0 cm 处的表面略有熟化现象，即表面发白，蛋白质变性，而 1.8 cm 处由于未与极头接触，依然未解冻，且整体失重率为 11.85%。

实施例 10 多阶段解冻羊排（不规则样品，活动电极+支撑体）

本实施例是以实施例 1 中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻羊排是在 -20℃ 进行冻结的。

请参阅图 9，本实施例所采用的非热解冻装置包含两个相对设置的振荡电流发射组件，其中每个振荡电流发射组件包含的电极数量为 60 个，每 20 电极连接为一路输出，故此振荡电流发射组件包含 3 条输出引线，并与另一个振荡电流发射组件的 3 条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制 3 路输出的振荡电流大小、频率和持续时间，并在冷冻羊排不同区域/部分能形成最多 3 个闭合回路的振荡电流。

本实施例中的电极的材质为 316 不锈钢，电极顶部的结构呈半球形且直径 5 mm，电极高度 48 mm，相邻电极最小间距为 12 mm，所有电极和输出引线都通过支撑体固定，活动的电极内含弹簧，活动的电极的最大可伸缩距离为 30mm。

一种解冻羊排的方法，具体包括：

- 1) 取 250 g 冷冻羊排，羊排长度最大为 20 cm，最大宽度 8 cm，厚度为 3.5-6.5 cm；
- 2) 将该冷冻羊排设置在振荡电流发射组件之间的容置空间内，且两个振荡电流发射组件设置在冷冻羊排的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极分别与冷冻羊排的多个区域接触；尽管冷冻羊排的厚度不均匀，但电极可伸缩活动，使得所设置的电极可以与羊排的不同区域/部分均有效电性接触；其中，与第 1 路输出的 20 对电极接触的羊排厚度为 3.5 -4.5 cm，与第 2 路输出的 20 对电极接触的羊排厚度为 4.5 -5.5 cm，与第 3 路输出的 20 对电极接触的羊排厚度为 5.5 -6.5 cm。
- 3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件分阶段的对羊排施加多个振荡电流，从而使所述羊排被解冻，具体的解冻过程根据设置时间分为三个阶段总计 12 min，三个阶段设置为：解冻前期 3 min，解冻中期 6 min，解冻末期 3 min。

解冻前期，先输出有效值 280 V 且占空比为 1% 的检测信号，此时得到 3 路不同输出的电流有效值分别为 10 mA，12 mA 和 15 mA，程序分析后，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使

第1路输出施加的电流强度为1000 mA、电流频率2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为50 mA；使第2路输出施加的电流强度为1400 mA、电流频率2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为70 mA；使第3路输出施加的电流强度为1800 mA、电流频率2000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为90 mA，持续3 min；

解冻中期，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使第1路输出施加的电流强度为800 mA、电流频率1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为40 mA；使第2路输出施加的电流强度为1200 mA、电流频率1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为60 mA；使第3路输出施加的电流强度为1600 mA、电流频率1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为80 mA，持续6 min；

解冻末期，通过控制电源迭代调幅输出的占空比使第1路输出施加的电流强度为600 mA、电流频率1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为30 mA；使第2路输出施加的电流强度为800 mA、电流频率1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为40 mA；使第3路输出施加的电流强度为1200 mA、电流频率1000 Hz、电流波形为方波的振荡电流，每个电极提供的平均电流强度则为60 mA，持续3 min；

结束后，观察羊排解冻情况，将羊排分割为4块，采用手持测温热像仪检测不同区域温度情况，并观察羊排表面和切面是否存在局部过热、未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的羊排平均温度为-1.2℃，最高点温度-0.4℃，最低点温度-2.5℃，区域温差为2.1℃，未出现表面过热现象，且失重率仅为2.43%。

实施例 11 多阶段扫描解冻 25 kg 冷冻鸡杂包（不规则样品，活动电极+跑马灯）

本实施例是以实施例1中的非热解冻装置实施的，本实施例中的冷冻鸡杂是在-20.0℃进行冻结的。

请参阅图10，本实施例所采用的非热解冻装置包含两个相对设置的振荡电流发射组件，每一振荡电流发射组件包含的电极数量为220个，每10电极连接为一路输出，故此振荡电流发射

组件包含 22 条输出引线，并与另一个振荡电流发射组件的 22 条输出引线一起接入控制电源，即控制电源同时控制 22 路输出的振荡电流大小、频率和持续时间，并在冷冻鸡杂不同区域能形成最多 22 个闭合回路的振荡电流；其中，电极的材质为 316 不锈钢，振荡电流发射组件的电极顶部的结构呈半球形且直径 10 mm，电极高度 6 mm，相邻电极最小间距为 12 mm，所有电极和导线都通过支撑体固定，活动的电极内含弹簧，活动的电极的最大可伸缩距离为 30 mm。

一种解冻鸡杂的方法，具体包括：

1) 取 25 kg 冷冻鸡杂包，撕开包装袋，测量整块冷冻鸡杂的长度最大为 52 cm，最大宽度 25 cm，厚度为 12.0-15.0 cm；

2) 将该整块冷冻鸡杂设置在振荡电流发射组件之间的容置空间内，且两个振荡电流发射组件设置在冷冻鸡杂块的上下两侧，使两个振荡电流发射组件所包含的多个电极分别与整块冷冻鸡杂的多个区域/部分电性接触，尽管整块冷冻鸡杂的厚度略微不均匀，但其中的电极可伸缩活动，使得所设置的电极可以与整块冷冻鸡杂的不同区域均有效接触；其中与第 1、2、3、4、5、6、7 路输出的 70 对电极接触整块鸡杂厚度为 12.0 -13.0 cm，与第 8、9、10、11、12、13、14、15 路输出的 80 对电极接触的整块鸡杂厚度为 13.0 -14.0 cm，与第 16、17、18、19、20、21、22 路输出的 70 对电极接触的整块鸡杂厚度为 14.0 -15.0 cm，22 路输出的配置参数如表 5 所示：

表 5 为 22 路输出的配置参数

第 N 路 输出	单路输出的接触区域/部 分的厚度（cm）	单路输出的电 极数	第 N 路输 出	单路输出的接触区域 /部分的厚度（cm）	单路输出的 电极数
1	12.0-13.0	10	12	13.0-14.0	10
2	12.0-13.0	10	13	13.0-14.0	10
3	12.0-13.0	10	14	13.0-14.0	10
4	12.0-13.0	10	15	13.0-14.0	10
5	12.0-13.0	10	16	14.0-15.0	10
6	12.0-13.0	10	17	14.0-15.0	10

7	12.0-13.0	10	18	14.0-15.0	10
8	13.0-14.0	10	19	14.0-15.0	10
9	13.0-14.0	10	20	14.0-15.0	10
10	13.0-14.0	10	21	14.0-15.0	10
11	13.0-14.0	10	22	14.0-15.0	10

3) 通过控制电源经两个振荡电流发射组件分阶段的对冷冻鸡杂施加多个振荡电流，从而使所述冷冻鸡杂被解冻，具体的解冻过程根据设置时间分为三个阶段总计 15 min，三个阶段设置为：解冻前期 4 min，解冻中期 8 min，解冻末期 3 min。

解冻前期，首先输出有效值 240 V 且占空比为 1%的检测信号，此时得到 22 路输出的平均电流有效值为 10 mA，程序分析后，再通过控制电源迭代调幅输出的占空比使振荡电流保持恒定且每次只开启一路输出用于提供振荡电流，其他 21 路输出保持关闭状态，持续一段时间后关闭该路输出；然后，再开启另一路输出振荡电流，同时其他 21 路输出也保持关闭状态，依次循环，形成跑马灯的输出形式，即始终保持一路的输出开启状态，此循环处理过程保持 4 min，22 路输出的参数如表 6 所示：

表 6 为 22 路输出在解冻前期的配置参数

输出路数 的顺序	单路输出的接触区域 /部分的厚度（cm）	电流频率 （Hz）	单路输出的持续 时间（s）	每个电极区域的 平均有效电流 （mA）
1	12.0-13.0	600	0.1	420
2	12.0-13.0	600	0.2	420
3	12.0-13.0	600	0.3	420
4	12.0-13.0	600	0.4	420
5	12.0-13.0	600	0.6	420
6	12.0-13.0	600	0.8	420
7	12.0-13.0	600	0.9	420

8	13.0-14.0	600	1	450
9	13.0-14.0	600	1	450
10	13.0-14.0	600	1.1	450
11	13.0-14.0	600	1.1	450
12	13.0-14.0	600	1.2	450
13	13.0-14.0	600	1.2	450
14	13.0-14.0	600	1.3	450
15	13.0-14.0	600	1.3	450
16	14.0-15.0	600	1.4	500
17	14.0-15.0	600	1.5	500
18	14.0-15.0	600	1.5	500
19	14.0-15.0	600	1.7	500
20	14.0-15.0	600	1.7	500
21	14.0-15.0	600	1.8	500
22	14.0-15.0	600	1.9	500

完成一次循环的时间为 24 s，故解冻前期的 4 min 时间内每路输出振荡电流依次有 10 次开启和关闭。

解冻中期，控制电源操作方式同上，采用跑马灯形式开启每一路输出并同时关闭其他路输出，此循环处理过程保持 8 min，22 路输出的参数如表 7 所示：

表 7 为 22 路输出在解冻中期的配置参数

输出路数 的顺序	单路输出的接触区域/ 部分的厚度（cm）	电流频率 （Hz）	单路输出的持 续时间（s）	每个电极区域的 平均有效电流 （mA）
1	12.0-13.0	500	0.1	410

2	12.0-13.0	500	0.2	410
3	12.0-13.0	500	0.3	410
4	12.0-13.0	500	0.4	410
5	12.0-13.0	500	0.6	410
6	12.0-13.0	500	0.8	410
7	12.0-13.0	500	0.9	410
8	13.0-14.0	500	1	440
9	13.0-14.0	500	1	440
10	13.0-14.0	500	1.1	440
11	13.0-14.0	500	1.1	440
12	13.0-14.0	500	1.2	440
13	13.0-14.0	500	1.2	440
14	13.0-14.0	500	1.3	440
15	13.0-14.0	500	1.3	440
16	14.0-15.0	500	1.4	490
17	14.0-15.0	500	1.5	490
18	14.0-15.0	500	1.5	490
19	14.0-15.0	500	1.7	490
20	14.0-15.0	500	1.7	490
21	14.0-15.0	500	1.8	490
22	14.0-15.0	500	1.9	490

完成一次循环的时间为 24 s，故解冻中期的 8 min 时间内每路输出振荡电流依次有 20 次开启和关闭。

解冻末期，控制电源操作方式同上，也采用跑马灯形式开启每一路输出并同时关闭其他路输出，此循环处理过程保持 3 min，22 路输出的参数如表 8 所示：

表 8 为 22 路输出在解冻末期的配置参数

输出路数 的顺序	单路输出的接触区域/部 分的厚度（cm）	电流频率 （Hz）	单路输出的持 续时间（s）	每个电极区域的 平均有效电流 （mA）
1	12.0-13.0	400	0.1	400
2	12.0-13.0	400	0.1	400
3	12.0-13.0	400	0.2	400
4	12.0-13.0	400	0.2	400
5	12.0-13.0	400	0.3	400
6	12.0-13.0	400	0.3	400
7	12.0-13.0	400	0.3	400
8	13.0-14.0	400	0.4	430
9	13.0-14.0	400	0.4	430
10	13.0-14.0	400	0.4	430
11	13.0-14.0	400	0.5	430
12	13.0-14.0	400	0.5	430
13	13.0-14.0	400	0.5	430
14	13.0-14.0	400	0.5	430
15	13.0-14.0	400	0.5	430
16	14.0-15.0	400	0.6	480
17	14.0-15.0	400	0.6	480
18	14.0-15.0	400	0.6	480
19	14.0-15.0	400	0.7	480

20	14.0-15.0	400	0.7	480
21	14.0-15.0	400	0.8	480
22	14.0-15.0	400	0.8	480

完成一次循环的时间为 10 s，故解冻末期的 3 min 时间内每路输出振荡电流依次有 18 次开启和关闭。

结束后，观察冷冻鸡杂解冻情况，将整块鸡杂掰开，单个分散后选部分切开，采用手持测温热像仪检测不同区域温度情况，并观察鸡杂表面和切面是否存在局部过热、未完全解冻或者局部熟化现象；结果表明，本实施例中解冻后的鸡杂平均温度为-0.3℃，最高点温度 0.2℃，最低点温度-0.7℃，区域温差为 0.9℃，未出现表面过热现象，且失重率仅为 0.94%。

需要说明的是，本申请实施例 2-11 均是采用实施例 1 中的非热解冻装置直接在具有解冻功能的电器中的解冻空间内直接进行的，当然，也可以直接在其他开放空间内进行。

本申请提供的一种非热解冻装置的结构简单，可以适用于不同形态冷冻食品的解冻处理，且在对冷冻食品的解冻过程中，可同时对冷冻食品的多个不同部分同时进行解冻，解冻过程更加均匀且高效；本申请提供的一种非热解冻方法，采用特定的振荡电流提供的能量使冷冻食品内部冰晶融化，从而实现冷冻食品的解冻，该特定的振荡电流所提供的能量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使冷冻食品在相对低温的状态下即可被高效且均匀的解冻，最终冷冻食品的解冻终点温度不超过 15℃，使得解冻后的食品品质更高。

本申请提供的一种方法，在对冷冻食品进行解冻过程中，随着振荡电流的持续施加，冷冻食品内部的冰晶开始逐渐消融，为了保证解冻过程的线性化，以防止局部电流或能量施加过大而造成的表面焦糊和蛋白质变性、避免内部区域温差过大，故采用分阶段的解冻处理工艺，使施加的振荡电流强度或冷冻食品部分区域所接受的能量总体呈现降低趋势，实现内外冰晶的同时消融，同时达到均匀解冻的目的，且样品内部截面的区域温差更小，最终冷冻食品的解冻终点温度不超过 15℃，使得解冻后的食品品质更高。

本申请提供一种冷冻食品的解冻方法，对冷冻食品各部分分阶段、周期性施加特定的振荡电流，在扫描式的处理流程下，使得冷冻食品不同部分能间歇式的接受到能量，即“跑马灯”式的快速施加，有助于冷冻食品内部冰晶的均匀消融；和振荡电流恒稳解冻相比，本申请可以进一步的防止短时聚集能量过高以及表面局部过热现象，冷冻食品的汁液流失更少；而和分阶段同时解冻相比，本申请中的冷冻食品的冰晶消融线性程度更佳，故解冻终点时的冷冻食品内部截面的区域的温差更小，使得解冻后的食品品质更高。

本申请提供一种非热解冻方法，是利用多部分施加的微电流进行解冻的非热解冻技术，并且微电流施加到不规则食材的能量达到破坏冰晶能量的平衡点，能够实现均匀的非热解冻，并能被推广到民用和工业端。

需说明的是，前述实施例仅是对本申请的示范性说明，其中所采用的各种工艺条件均是较为典型的范例，但经过本案申请人大量试验验证，于前文所列出的其它工艺条件也是适用的，并也均可达成本申请所声称的技术效果。

应当理解，上述实施例仅为说明本申请的技术构思及特点，其目的在于让熟悉此项技术的人士能够了解本申请的内容并据以实施，并不能以此限制本申请的保护范围。凡根据本申请精神实质所作的等效变化或修饰，都应涵盖在本申请的保护范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种非热解冻方法，其特征在于，包括：

向冷冻食品施加至少一振荡电流，所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，且使所述冷冻食品的内部区域的解冻终点温度不超过 15 °C。

2. 根据权利要求 1 所述的非热解冻方法，其特征在于：每一所述振荡电流的电流强度为 3-2000 mA、电流频率为 1 Hz-100 kHz，所述电流强度为有效值；

优选的，所述振荡电流的电流波形为方波或锯齿波；

和/或，所述非热解冻方法具体包括：周期性的施加所述振荡电流，优选的，所述振荡电流的施加周期为 0-10 min；

和/或，所述非热解冻方法具体包括：同时向所述冷冻食品的多个部分施加多个所述振荡电流；

优选的，多个所述振荡电流的电流频率相同，电流强度相同或不同；

优选的，向所述冷冻食品的每一部分施加的所述振荡电流的电流强度和每一部分的厚度正相关；

优选的，所述冷冻食品的厚度在 15 cm 以内；

优选的，所述冷冻食品的厚度为 0.5-15cm，且当所述冷冻食品的选定部分的厚度为 0.5-8 cm 时，施加于该选定部分的每一振荡电流的电流强度为 3-400 mA；

当所述冷冻食品的选定部分的厚度为 8-15 cm 时，施加于该选定部分的每一振荡电流的电流强度为 400-2000 mA。

3. 根据权利要求 1 所述的非热解冻方法，其特征在于：依次对冷冻食品进行 m 个阶段的解冻处理，每个阶段的解冻处理包括：向冷冻食品施加至少一振荡电流，每一所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品

内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，且使所述冷冻食品的内部区域的解冻终点温度不超过 15 °C；

其中，针对所述冷冻食品的同一部分，第 m 个阶段所施加的振荡电流的保持时间与第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的保持时间相同，而第 m 个阶段所施加的振荡电流的电流强度小于第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的电流强度，或者，第 m 个阶段所施加的振荡电流的电流强度与第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的电流强度相等，而第 m 个阶段所施加的振荡电流的保持时间小于第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的保持时间， $m \geq 2$ 。

4. 根据权利要求 3 所述的非热解冻方法，其特征在于：第 m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的保持时间相同，而第 m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的电流强度是梯度变化的，或者，第 m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的电流强度是相同的，而第 m 个阶段施加在所述冷冻食品的同一部分的所述振荡电流的保持时间是梯度变化的；

和/或，第 m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的保持时间相同，而第 m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的电流强度是梯度变化的，或者，第 m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的电流强度是相同的，而第 m 个阶段施加在同一所述闭合回路内的所述振荡电流的保持时间是梯度变化的；

优选的，针对同一所述闭合回路，第 m 个阶段所施加的振荡电流的电流强度为第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的电流强度的 20-80%，或者，针对同一所述闭合回路，第 m 个阶段所施加的振荡电流的保持时间为第 $m-1$ 个阶段所施加的振荡电流的保持时间的 20-80%。

5. 根据权利要求 1 所述的非热解冻方法，其特征在于：所述非热解冻方法包括 m 个解冻阶段，每一解冻阶段包括 n 个解冻周期，每一所述解冻周期包括依次向冷冻食品的 x 个部分施加振荡电流，所述振荡电流于所述冷冻食品内产生的热量与冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量相同或略大于冷冻食品内的冰晶转化为液态水所需的能量，从而使所述冷冻食品被解冻，所述冷冻食品的内部区域的解冻终点温度不超过 15 °C，其中， m 、 n 、 $x \geq 1$ ， m 、 n 、 x 均为整数；

优选的，每一所述解冻周期包括：每次向冷冻食品的一个或多个部分施加 y 个振荡电流， $y \geq 1$ ， y 为整数；

优选的，在每一解冻周期内，每次向冷冻食品的一个部分周期性地施加所述振荡电流，所述振荡电流的施加周期为 0.1-10 min；

优选的，冷冻食品的 x 个部分的厚度相同或不同，以及，向冷冻食品的 x 个部分施加的所述振荡电流的电流强度与冷冻食品的每一部分的厚度正相关。

6. 根据权利要求 5 所述的非热解冻方法，其特征在于，包括：使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流梯度减小，而使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流的保持时间保持相同，或，使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流梯度保持相同，而使 m 个解冻阶段向冷冻食品的同一部分施加的振荡电流的保持时间梯度减小；

优选的，每个解冻阶段的时间为 0.1-10 min；

优选的，针对同一所述闭合回路，第 m 个解冻阶段所施加的振荡电流的电流强度为第 $m-1$ 个解冻阶段所施加的振荡电流的电流强度的 20-80%，或者，针对同一所述闭合回路，第 m 个解冻阶段所施加的振荡电流的保持时间为第 $m-1$ 个解冻阶段所施加的振荡电流的保持时间的 20-80%， $(m-1) \geq 1$ 。

7. 根据权利要求 1 或 3 或 5 所述的非热解冻方法，其特征在于，具体包括：使与控制电源电连接的至少一组导电模块与冷冻食品电性接触，并在每一组导电模块与冷冻食品之间形成至少一个闭合回路，以及，以所述控制电源向每一所述闭合回路内施加一所述振荡电流，其中，该一组导电模块包括两个导电模块，该两个导电模块分别与控制电源的两个不同的接线端电连接；

优选的，所述非热解冻方法具体包括：使与控制电源电连接的多组导电模块与冷冻食品接触，并在多组导电模块与冷冻食品的多个部分之间形成多个闭合回路，以及，以所述控制电源分别向多个所述闭合回路内施加多个所述振荡电流，所述冷冻食品的每一部分至少对应一个所述闭合回路；

优选的，每一所述导电模块包括一个或多个导电结构，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构串联和/或并联；

优选的，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构间隔设置，且相邻两个所述导电结构之间的间距为 1-30 mm；

优选的，所述的非热解冻方法还包括：使所述导电模块沿选定方向活动，以使所述导电模块与所述冷冻食品接触；

优选的，所述的非热解冻方法具体包括：至少使部分所述导电模块沿选定方向活动，以使多个所述导电模块的工作端位于一选定工作面，所述选定工作面的轮廓与冷冻食品的表面轮廓相匹配；

优选的，所述的非热解冻方法，其特征在于，还包括：在每一阶段，使向所述冷冻食品施加的所述振荡电流的电流强度保持恒定；

优选的，所述的非热解冻方法具体包括：利用欧姆定律，采用振荡电压监测与所述冷冻食品的选定部分对应的所述闭合回路内的振荡电流，并根据所述闭合回路内的振荡电压占空比调节施加于相应所述闭合回路的振荡电流的电流强度，以使所述闭合回路内的振荡电流的电流强度保持恒定，且振荡电压有效值为 20-300 V，占空比为 1-99%；

优选的，所述冷冻食品的内部区域的解冻终点温度为-4-15 °C；优选的，所述冷冻食品包括冷冻水产品、冷冻肉制品或冷冻面制品。

8. 一种非热解冻装置，其特征在于，包括：

至少两个振荡电流发射组件，至少两个所述振荡电流发射组件相对设置，且至少两个所述振荡电流发射组件之间形成有可供放置冷冻食品的容置空间，其中，每一所述振荡电流发射组件包括至少一个导电模块，所述导电模块能够与位于所述容置空间内的冷冻食品接触；

控制电源，与每一所述导电模块电连接，并至少用于向每一所述导电模块提供振荡电流。

9. 根据权利要求 8 所述的非热解冻装置，其特征在于：每一所述振荡电流发射组件包括多个导电模块，相邻两个所述导电模块之间的间距为 1-30 mm；

和/或，每一所述导电模块包括一个或多个导电结构，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构串联和/或并联；

优选的，每一所述导电模块所包含的多个所述导电结构间隔设置，且相邻两个导电结构之间的间距为 1-30 mm；

和/或，至少部分所述导电结构是可以活动的，该部分所述导电结构可以在外力驱使下沿选定方向运动，而使多个所述导电结构的工作端配合形成多个工作面，每一所述工作面的轮廓与一种形态的冷冻食品的表面轮廓相匹配，从而使多个所述导电结构始终与冷冻食品的表面接触，或者，所述导电结构是固定设置的，且所述导电结构为可伸缩的结构；

和/或，所述振荡电流发射组件还包括支撑体，所述导电结构设置在所述支撑体，其中，至少部分所述导电结构与所述支撑体活动配合，且部分所述导电结构与第一驱动机构传动连接，所述外力是由所述第一驱动机构提供的，或者，部分所述导电结构还经一弹性机构与所述支撑体连接，所述外力是由所述弹性机构的弹力与所述弹性机构与冷冻食品接触时产生的压力的合力；和/或，所述的非热解冻装置还包括第二驱动机构，所述第二驱动机构与至少一振荡电流发射组件传动连接，并用于驱使所述振荡电流发射组件沿靠近或远离与其相对设置的另一振荡电流发射组件的方向运动。

10. 一种具有解冻功能的电器，包括权利要求 8 或 9 所述的非热解冻装置；优选的，所述具有解冻功能的电器包括冰箱。

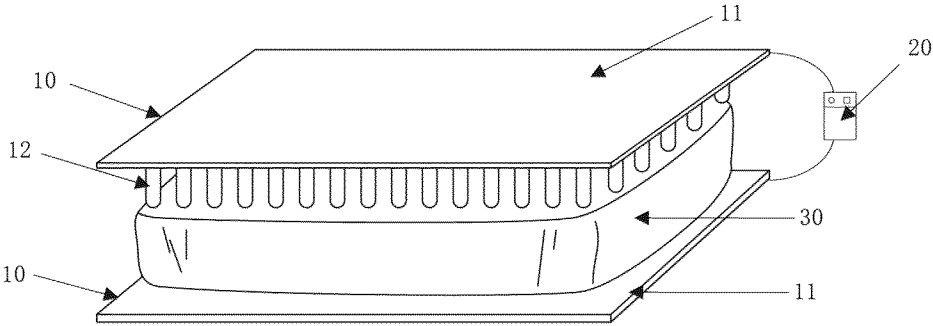


图 1

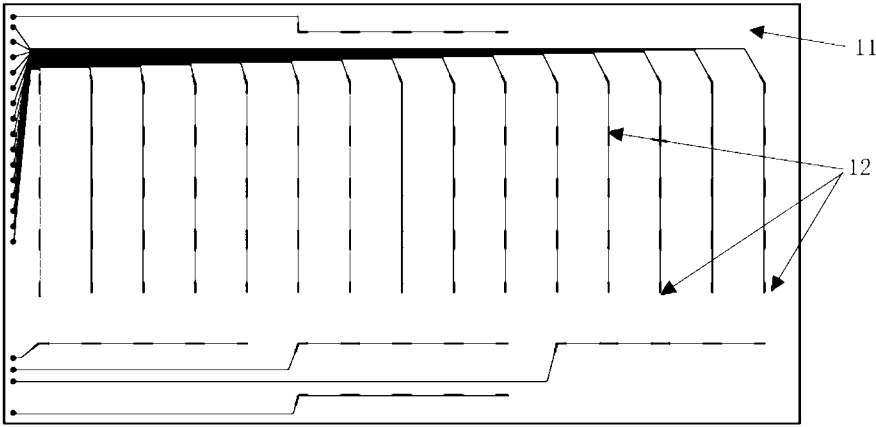


图 2

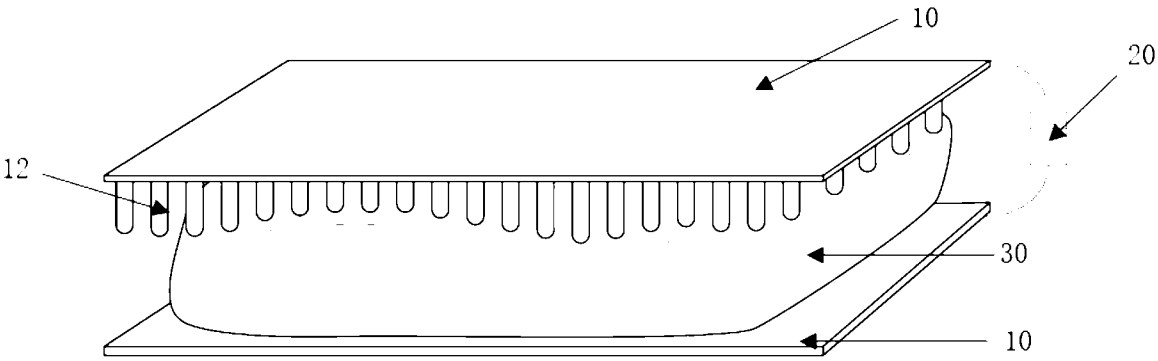


图 3

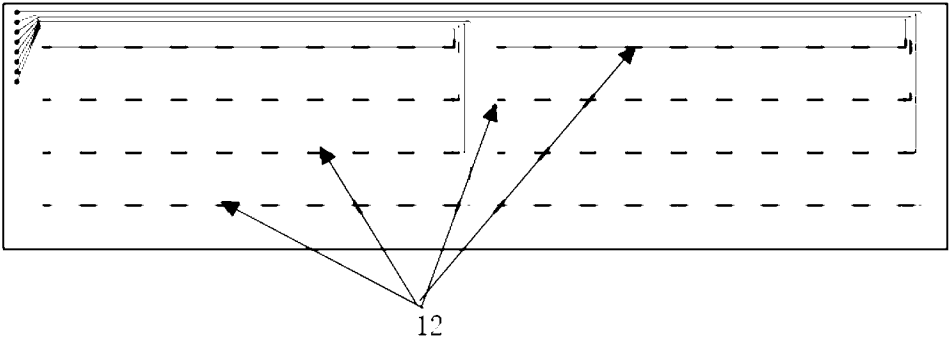


图 4

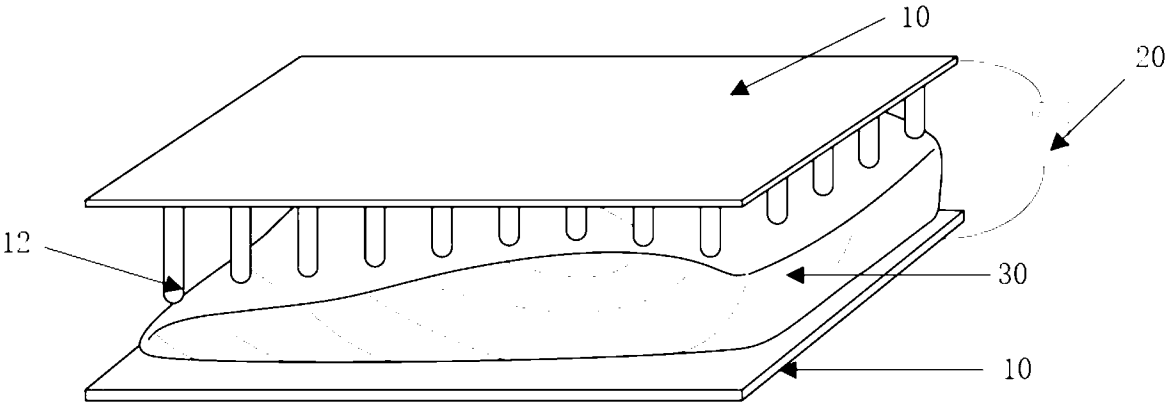


图 5

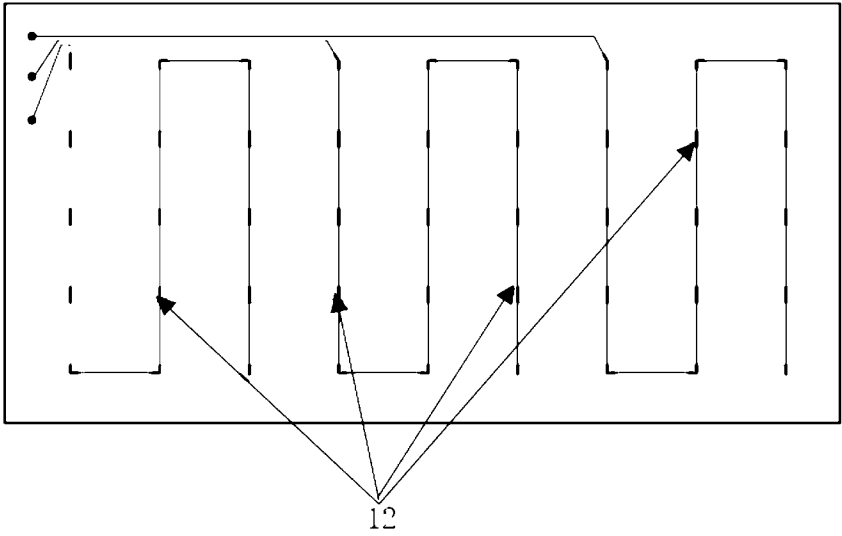


图 6

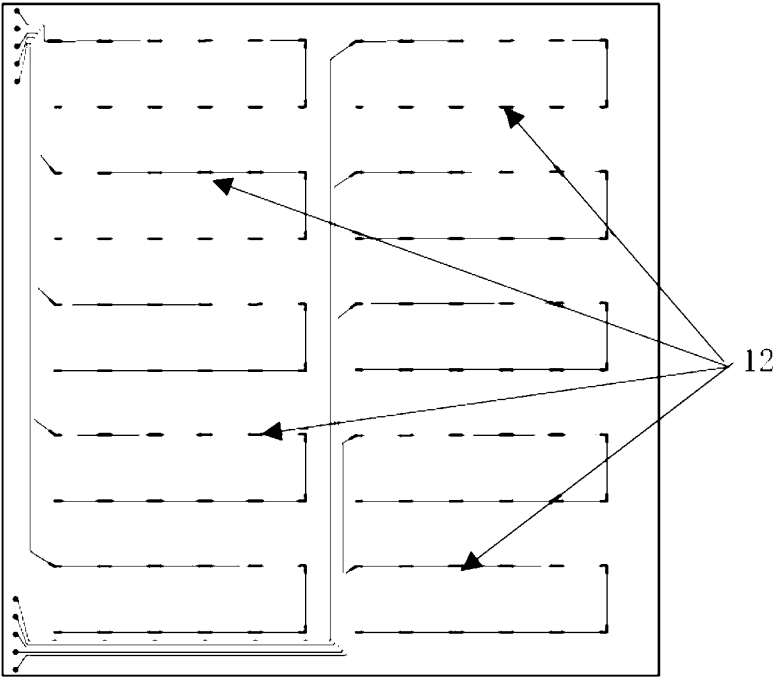


图 7

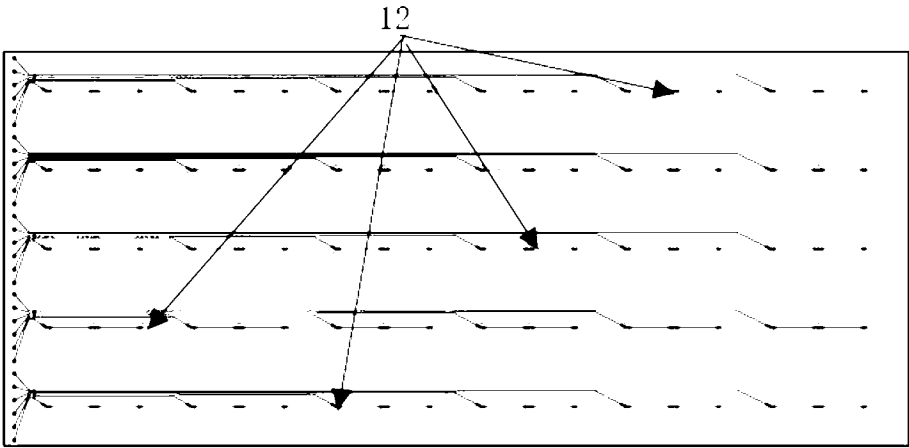


图 8

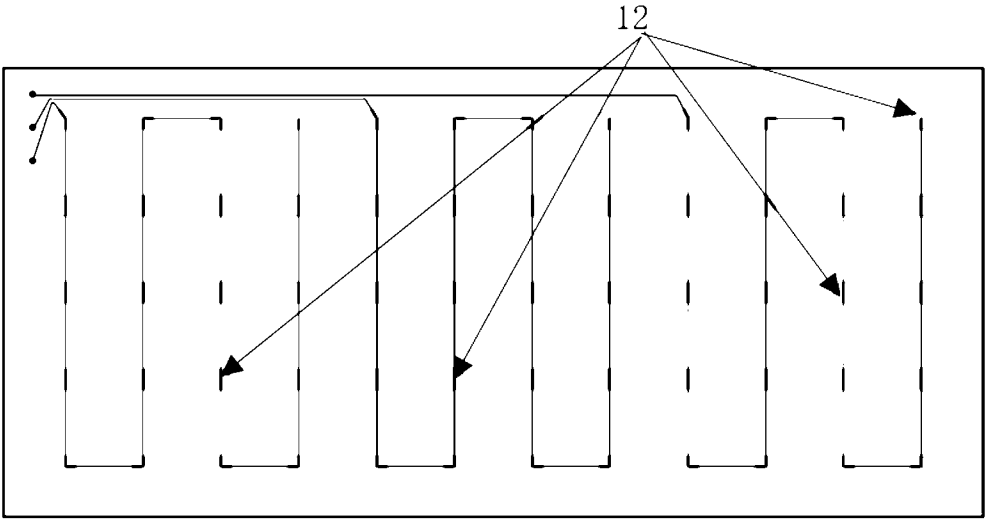


图 9

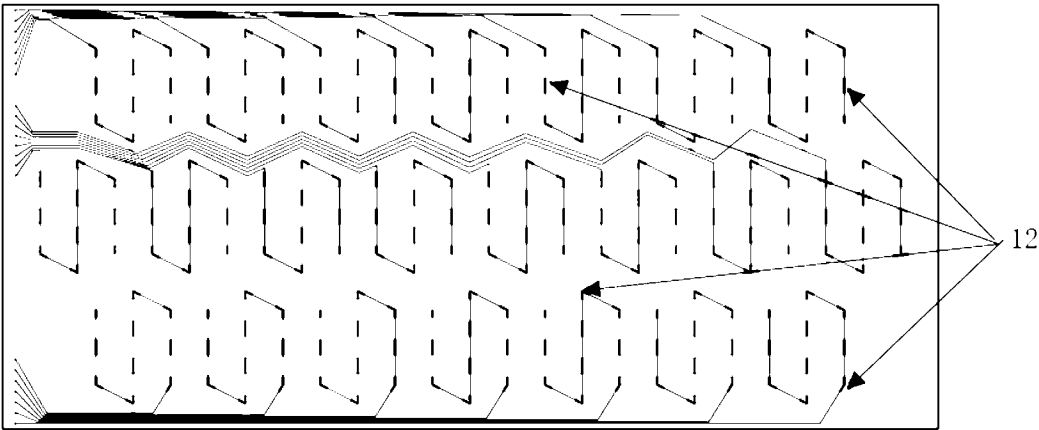


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/106775

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A23B 4/07(2006.01)i; A23L 3/365(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)

IPC: A23B 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)

CNTXT, CJFD, CNKI, DWPL, VEN, ENTXT, WPABS, WPABSC, ENTXTC: 解冻, 电流, 电能, 电极, 导电, 振荡, 温度, 冷冻食品, thaw, defreeze, defrosting, baring, current, electricity, electrode, pole, conduction, oscillation, oscillate, hunting, temperature, frozen, food, foodstuff

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101115406 A (YAMAMOTO VINITA CO., LTD.) 30 January 2008 (2008-01-30) embodiment 1, table 1, and description, page 4, line 5 to page 10, line 7	1-9
X	CN 109430675 A (HEBEI HUAS JIYUAN HIGH FREQUENCY EQUIPMENT CO., LTD.) 08 March 2019 (2019-03-08) description, paragraphs 37-62	1-9
Y	CN 101115406 A (YAMAMOTO VINITA CO., LTD.) 30 January 2008 (2008-01-30) embodiment 1, table 1, and description, page 4, line 5 to page 10, line 7	10
Y	CN 1880897 A (LG ELECTRONICS (TIANJIN) ELECTRIC APPLIANCES CO., LTD.) 20 December 2006 (2006-12-20) description, pages 3 and 5, and figure 1-figure 4	10
Y	CN 109430675 A (HEBEI HUAS JIYUAN HIGH FREQUENCY EQUIPMENT CO., LTD.) 08 March 2019 (2019-03-08) description, paragraphs 37-62	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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

26 January 2024

Date of mailing of the international search report

08 February 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/106775**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111713548 A (CHINA MEAT FOOD RESEARCH CENTER) 29 September 2020 (2020-09-29) claims 1-10	1-10
A	CN 109170491 A (ZHENHUANG TECHNOLOGY (CHENGDU) CO., LTD.) 11 January 2019 (2019-01-11) Claims 1-6	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/106775

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101115406	A	30 January 2008	WO	2007072606	A1	28 June 2007
				JP	2007166952	A	05 July 2007
				JP	4630189	B2	09 February 2011
				US	2008105672	A1	08 May 2008
				US	7470878	B2	30 December 2008
				CN	101115406	B	13 July 2011
CN	109430675	A	08 March 2019	CN	109430675	B	28 November 2023
				CN	210130330	U	10 March 2020
CN	1880897	A	20 December 2006	CN	100595502	C	24 March 2010
CN	111713548	A	29 September 2020	None			
CN	109170491	A	11 January 2019	None			

A. 主题的分类

A23B 4/07(2006.01)i; A23L 3/365(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)

IPC: A23B 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))

CNTEXT,CJFD,CNKI,DWPI,VEN,ENTXT,WPABS,WPABSC,ENTXTC: 解冻, 电流, 电能, 电极, 导电, 振荡, 温度, 冷冻食品, thaw, defreeze, defrosting, baring, current, electricity, electrode, pole, conduction, oscillation, oscillate, hunting, temperature, frozen, food, foodstuff

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 101115406 A (山本比你他株式会社) 2008年1月30日 (2008 - 01 - 30) 实施例1, 表1, 说明书第4页第5行至第10页第7行	1-9
X	CN 109430675 A (河北华氏纪元高频设备有限公司) 2019年3月8日 (2019 - 03 - 08) 说明书第37-62段	1-9
Y	CN 101115406 A (山本比你他株式会社) 2008年1月30日 (2008 - 01 - 30) 实施例1, 表1, 说明书第4页第5行至第10页第7行	10
Y	CN 1880897 A (乐金电子(天津)电器有限公司) 2006年12月20日 (2006 - 12 - 20) 说明书第3、5页, 图1-图4	10
Y	CN 109430675 A (河北华氏纪元高频设备有限公司) 2019年3月8日 (2019 - 03 - 08) 说明书第37-62段	10
A	CN 111713548 A (中国肉类食品综合研究中心) 2020年9月29日 (2020 - 09 - 29) 权利要求1-10	1-10
A	CN 109170491 A (震惶科技(成都)有限公司) 2019年1月11日 (2019 - 01 - 11) 权利要求1-6	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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年1月26日

国际检索报告邮寄日期

2024年2月8日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

石军

电话号码 (+86) 010-62411178

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2023/106775

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	101115406	A	2008年1月30日	WO	2007072606	A1	2007年6月28日
				JP	2007166952	A	2007年7月5日
				JP	4630189	B2	2011年2月9日
				US	2008105672	A1	2008年5月8日
				US	7470878	B2	2008年12月30日
				CN	101115406	B	2011年7月13日
CN	109430675	A	2019年3月8日	CN	109430675	B	2023年11月28日
				CN	210130330	U	2020年3月10日
CN	1880897	A	2006年12月20日	CN	100595502	C	2010年3月24日
CN	111713548	A	2020年9月29日	无			
CN	109170491	A	2019年1月11日	无			