

(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 12 月 30 日 (30.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/258606 A1

(51) 国际专利分类号:
H05H 1/30 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/112076

(22) 国际申请日: 2019 年 10 月 21 日 (21.10.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910577114.5 2019 年 6 月 28 日 (28.06.2019) CN

(71) 申请人: 西安交通大学 (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国陕西省西安市咸宁西路 28 号, Shaanxi 710049 (CN)。

(72) 发明人: 许德晖 (XU, Dehui); 中国陕西省西安市西安交通大学曲江校区西五楼, Shaanxi 710049 (CN)。冯蕊 (FENG, Rui); 中国陕西省西安市西安交通大学曲江校区西五楼, Shaanxi 710049 (CN)。李兵 (LI, Bing); 中国陕西省西安市西安交通大学曲江校区西五楼, Shaanxi 710049 (CN)。李乔松 (LI, Qiaosong); 中国陕西省西安市西安交通大学曲江校区西五楼, Shaanxi 710049 (CN)。孔刚玉 (KONG, Gangyu); 中国陕西省西安市西安交通大学曲江校区西五楼, Shaanxi 710049 (CN)。

(74) 代理人: 西安智邦专利商标代理有限公司 (XI'AN ZHIBANG PATENT & TRADEMARK AGENT CO., LTD.); 中国陕西省西安市高新区丈八四路 20 号神州数码西安科技园 5 号楼 19 层, Shaanxi 710077 (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,

(54) Title: REVERSE-PHASE DOUBLE-HIGH-VOLTAGE THREE-RING-STRUCTURE SAFETY JET DEVICE

(54) 发明名称: 一种反相双高压三环结构安全射流装置

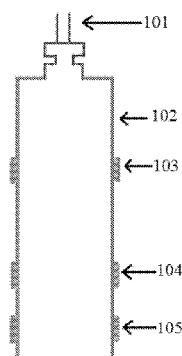


图 2

(57) Abstract: A reverse-phase double-high-voltage three-ring-structure safety jet device. A power module with reversed-phase double high-voltage output is adopted, three annular copper foils are sequentially wrapped on the outer wall of a tubular cavity in the axial direction, respectively marked as a first copper foil, a second copper foil and a third copper foil in the direction from an air inlet (101) to a low-temperature plasma jet outlet, and the three annular copper foils are correspondingly connected to an output end 1 of the high-voltage power module, an output end 2 of the high-voltage power module and a ground end, respectively. The distance h_{12} between the first copper foil and the second copper foil is 1.5-2.5 times of the distance h_{23} between the second copper foil and the third copper foil. The device is suitable for a miniaturized power module with 220V mains supply input, is simple and portable and convenient to use in various occasions.

(57) 摘要: 一种反相双高压三环结构安全射流装置, 采用反相双高压输出的电源模块, 管状腔体的外壁沿轴向依次包裹三段环状铜箔, 自进气口(101)至低温等离子体射流出口的方向分别记为第一铜箔、第二铜箔、第三铜箔, 相应分别与高压电源模块的输出1端、高压电源模块的输出2端和地端连接; 第一铜箔与第二铜箔的间距 h_{12} 为第二铜箔与第三铜箔的间距 h_{23} 的1.5~2.5倍。该装置适用于220V市电输入的小型化电源模块, 设备简单便携, 方便在各种场合使用。

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))。

一种反相双高压三环结构安全射流装置

技术领域

本发明属于电气工程新技术领域，涉及一种产生低温等离子射流的装置。

背景技术

5 在物理学上将等离子体定义为除固体、液体、气体外物质存在的第四种状态，等离子体是由正负电子和带电离子组成的整体呈电中性的电离气体；根据等离子体的温度可将其分为高温等离子体（ 10^9K ）和低温等离子体（ $< 10^6\text{K}$ ）。高温等离子体一般指核聚变等离子体，包括太阳日冕，磁约束聚变或惯性约束聚变，它们的特点是粒子温度极高，等离子体密度非常大，实
10 验室难以产生（需要大型装置才行，比如托卡马克）。而低温等离子体相比高温等离子体，粒子温度要低的多，密度也低的多。

 这里的高、低温主要是用于区分普通放电产生的等离子体与聚变等离子体。低温等离子体的研究范围比较广，用途也比较广，实验室一般用气体放电产生，较容易获得和维持。而低温等离子体中又分为两种，一个是冷等离子
15 子体，另一个是热等离子体。它们根据粒子的热力学平衡状态来区分，热等离子体中包括电子在内的所有粒子温度都很高，比如大气压电弧等离子体，电弧等离子体炬，焊接等离子体等这类等离子体均属于热等离子体（温度从几千 K 到上万 K 不等），与此相反，冷等离子体的宏观温度，或者说重粒子温度相对较低，而电子温度可以很高。

20 低温等离子体因其物质温度接近室温、在实验室制备容易、对人体没有伤害、放电产生的活性粒子能够催化多数反应而成为了在生物医学、污染处理、芯片加工等应用领域的研究热点。从实验室技术到实际应用，如何稳定安全地产生等离子体成为了一个急需解决的问题。实验室普遍采用介质阻挡放电、沿面放电、滑动电弧放电和射流放电装置来产生等离子体。

目前在生物医学应用领域，尤其是针对一些病灶较深或治疗尺寸较小的情况一般采用射流放电装置；射流放电装置主要采用“针环结构”，如图 1 所示，高压针状电极插入石英玻璃管，接高压电源正端（火线）；环状地电极设置于石英玻璃管外壁，接高压电源负端（零线），实现流经高压针状电极与环状地电极之间的等离子体源正常放电。

该针环结构的射流放电装置在工作时，若操作者手持或靠近射流放电装置，石英玻璃管内、外电极之间的放电容易导致环状地电极附近区域的生物组织放电，发生危险。

而且，由于 220V 市电达不到放电电压要求，因此需要配置电源模块将电压从 220V 提高到能使等离子体源正常放电的高压。目前，市面上能够满足放电所需高压的小型高压电源模块，其输入是 220V 交流电压（其中一端为 0 电位点，另外一端为正弦交流电压）或直流电压；理想的输出是 7kV 以上的交流高压（其中一端为 0 电位点，另外一端为正弦交流高压）。但是由于技术原因，暂时只能做到反相双高压输出，即两个输出端中一个输出高压，另一个输出与其相位相差 180 度的反相高压（实际产品因工作条件、误差等电压幅值可能有波动，并不严格相等），而不是通常期望的 0 电位。这会造成在实际放电装置中缺乏地电极，容易发生触电危险。所以，通常就需要专门配置升压电路模块，才能得到 0 电位的一个输出端，这样相应的高压电源模块往往体积较大。也因此，在生物医学应用领域通常并不采用这样的小型高压模块。

20 发明内容

本发明的目的是减小低温等离子射流产生装置的体积，并提高其安全性。

为此，本发明提出一种反相双高压三环结构安全射流装置，可适用于 220V 市电输入的小型化电源模块，设备简单便携，方便在各种场合使用。

本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：

一种反相双高压三环结构安全射流装置，包括管状腔体和高压电源模块；所述管状腔体的一端设置进气口，另一端作为低温等离子体射流出口；其特殊之处在于：所述高压电源模块为反相双高压输出的电源模块；所述管状腔体的外壁沿轴向依次包裹三段环状电极，自进气口至低温等离子体射流出口的方向分别记为第一铜箔、第二铜箔、第三铜箔，相应分别与高压电源模块的输出 1 端、高压电源模块的输出 2 端和地端连接；第一铜箔与第二铜箔的间距 h_{12} 为第二铜箔与第三铜箔的间距 h_{23} 的 1.5~2.5 倍，间距 h_{12} 和间距 h_{23} 均与高压电源模块的输出电压幅值为正相关；管状腔体的内径为 1mm~3mm，内、外径的比值与高压电源模块的输出电压幅值为负相关。

10 进一步地，三段环状铜箔最好宽度相等。当然，三段环状铜箔若不相等，也是可以实现。

进一步地，每一段环状铜箔的宽度宜为 3mm~5mm。

进一步地，第三铜箔与低温等离子体射流出口的距离宜为 0.5cm~1.5cm。

进一步地，所述管状腔体优选石英玻璃管。

15 进一步地，石英玻璃管的尺寸宜为：外径 $R=5-8\text{mm}$ 、内径 $r=1-3\text{mm}$ 。

进一步地，第一铜箔与第二铜箔的间距 h_{12} 宜为 2-3cm，第二铜箔与第三铜箔的间距 h_{23} 宜为 0.5-1cm。

进一步地，高压电源模块的输出 1 端、高压电源模块的输出 2 端的输出电压值分别为 2kv~4kV。允许两输出端的幅值略有差异。

20 进一步地，所述高压电源模块采用三相插头，所述地端接在三相插头的上端口，三相插头的另外两个端口分别接高压电源模块的 220V 进线端。如此，将常规的两相插头改为三相插头适配三段环状铜箔，更有利于避免“虚地”。

本发明具有以下有益效果：

本发明巧妙利用目前市场上小型高压模块两输出端为反相高压的“缺点”，

构建一种三环放电结构产生稳定射流等离子体，同时能够将玻璃管出口处的射流电压降低到与地电极相同，避免了高压电极向下发展放电发生危险，且电场不会对实验产生影响。

5 本发明可适用于目前市场上 220V 市电输入的小型化电源模块，且玻璃管内不存在任何元器件，设备简单便携，方便在各种场合使用。

附图说明

图 1 为现有的放电结构示意图；图中，101-进气口；102-石英玻璃管；103-高压针状电极；104-环状地电极。

10 图 2 为本发明的三环放电结构示意图；图中，101-进气口；102-石英玻璃管；103-第一环状电极；104-第二环状电极；105-第三环状电极（地电极）。

图 3 为高压模块 A 的输出电压波形。

图 4 为高压模块 B 的输出电压波形。

图 5 为高压模块 C 在额定直流 12V 输入时的输出电压波形。

图 6 为高压模块 D 的输出电压波形。

15 图 7 为实施例一产生射流的实物图。

图 8 为实施例二产生射流的实物图。

具体实施方式

下面结合附图通过实施例对本发明做进一步的详细说明。

20 本发明采用反相双高压输出的小型电源模块，相应的反相双高压三环结构如图 2 所示，等离子体源的上端是一个用于密封进气胶管的卡扣，进气口下端连接外径为 6mm、内径为 2mm 的石英玻璃管，通过卡扣和上方的进气软管紧密连接保证密封，石英玻璃管外侧包裹三段宽度为 5mm 的铜箔（环状电极），高压模块输出 1 端、高压模块 2 端和地端分别与这三段铜箔相接。

目前，市面上反相双高压输出的小型高压电源模块有很多款。下面列举集中不同型号高压模块的参数及其工作特点：

高压模块 A：尺寸大小为 $50\text{mm} \times 85\text{mm} \times 30\text{mm}$ ，输入电压为 220V，50Hz 的交流电压，输出为类正弦波，波形呈锯齿状，一端输出峰峰值为 3.1kV，另一端输出峰峰值为 2.9kV，两端输出频率相同，约为 15kHz，方向相反。该高压模块的基本条件满足本装置的基本放电要求。

高压模块 B：尺寸大小为 $120\text{mm} \times 50\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，额定输入电压为直流 12V，输出为类正弦波，在电压过零时会有略微延迟，保持在零点附近一小段时间才会再变成正弦波，一端输出峰峰值为 1.3kV，另一端输出峰峰值为 1.14kV，两端输出频率相同，约为 16.2kHz，方向相反，如果将地电极的电势一直看做零电势，那么高压电极可以看做接入了一个频率为 16.2kHz，峰峰值为 2.44kV 的，波形类似正弦波的高压高频电源。由于该电源输出峰峰值较低，在该电压条件下，本装置在氦气气氛中不能发生放电。

高压模块 C：尺寸大小为 $110\text{mm} \times 40\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，额定输入电压为直流 12V，输出为标准正弦波，单端输出峰峰值为 1.9kV，两端输出频率相同，约为 15.6kHz，方向相反，如果将地电极的电势一直看做零电势，那么高压电极可以看做接入了一个频率为 15.6kHz，峰峰值为 3.8kV 的高压高频电源；该模块在小范围改变直流输入的电压值时，输出端电压值变化不大。当较大超额 18V 直流输入时，输出为标准正弦波，单端输出峰峰值达到 3.0kV，两端输出频率相同，约为 15.8kHz，方向相反，如果将地电极的电势一直看做零电势，那么高压电极可以看做接入了一个频率为 15.8kHz，峰峰值为 6.0kV 的高压高频电源波形类似正弦波的高压高频电源。

高压模块 D：尺寸大小为 $110\text{mm} \times 50\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，输入电压为交流 220V，50Hz，输出为标准正弦波，一端输出峰峰值为 3.0kV，另一端输出峰峰值为 4.1kV，

两端输出频率相同，约为 15kHz，方向相反，如果将地电极的电势一直看做零电势，那么高压电极可以看做接入了一个频率为 15kHz，峰峰值为 7.1kV 的，波形为标准正弦波高压高频电源。

下表 1 中列出的四个实施例分别选择上述高压模块 A、高压模块 D 及其同
5 款产品，并采用外径为 6mm、内径为 2mm 的石英玻璃管。

表 1

	电源选择	单端输出电压	铜箔宽度	间距 h_{12}	间距 h_{23}
实施例一	高压模块 D*	+3.84kV/-3.68kV	5mm	3cm	1 cm
实施例二	高压模块 A	+3.1kV/-2.90kV	3mm	2cm	0.5 cm
实施例三	高压模块 D	+3.0kV/-4.10kV	4mm	2.5cm	1 cm
实施例四	高压模块 D*	+3.52kV/-3.60kV	5mm	2.3cm	0.5cm

以实施例一详细说明：

实施例一选择高压模块 D 的同款产品，由于不同批次，输出电压峰值略有不同。将输出电压峰峰值为 3.84kV 的端子记为高压模块输出 1 端，将高压
10 模块的输出电压峰峰值为 3.68kV 且与 1 端相位相差 180 度的端子记为高压模块输出 2 端，则高压模块 1 端和高压模块 2 端间的电压差为 7.52kV，高压模块 2 端与地端之间的电压差为 3.68kV。离玻璃管口最近的端口称为地电极端口。放电时将高压模块的两个输出端接在远离处理物的两个环电极上，将地
15 电极接在玻璃管出口处，达到保护处理物，避免高压极向下发展放电的目的，从而产生稳定地射流等离子体。

考虑到三环结构中环和环之间的均压问题，第一环状电极 103（对应于高压模块 1 端）与第二环状电极 104（对应于高压模块 2 端）之间的距离约为第二环状电极 104 到第三环状电极（地电极）105 之间距离的 7.52/3.68 倍。本装置中采用地电极和高压模块 2 端间的距离为 1cm，高压模块 1 端和高压模块

2 端的距离为 2cm。等离子体源的地电极接在 220V 三相插头的上端口，三相插头的另外两端口分别接高压模块的 220V 进线端。

固定好三环放电结构的等离子体射流源，插好三相插头，并连接气体流量计，打开氦气，选择气流量为 3000sccm。打开插座的开关按钮，如图 7 所示，产生了稳定的低温等离子体射流。

以上实施例二至实施例四也均能得到稳定的等离子体射流，类似实施例一的结果。

基于实施例一，在石英玻璃管的外径 R 保持 6mm 不变，仅调整其内径 r 分别为 2mm、3mm、4mm、5mm，实验结果表明仅当 $r=2\text{mm}$ 时能够产生吹出管口的射流。

经大量实验，申请人得出以下结论：间距 h_{12} 必须 1.5 倍以上大于间距 h_{23} ；间距 h_{12} 、间距 h_{23} 与高压模块的输出电压幅值有正关联；管腔内、外径与输出电压幅值也有关系，电压越高，则内、外径比值越低。例如，单端电压峰值在 3.5kV 左右时，内、外径比值取 1/3 为佳。

通常需求情况下，较佳的参数取值范围为：每一段环状铜箔的宽度为 3mm~5mm；地电极距离低温等离子体射流出口 0.5cm~1.5cm；石英玻璃管的外径 R 为 5-8mm、内径 r 为 1-3mm；间距 h_{12} 为 2-3cm，间距 h_{23} 为 0.5-1cm；高压电源模块的输出 1 端、高压电源模块的输出 2 端的输出电压值分别为 2kV~4kV。

按照以上规律，申请人尝试对管状腔体的材质以及壁厚、环状铜箔的内径（管的内/外径）也作适当调整，并相应对其他参数作优化匹配，实验结果表明，同样能够取得稳定的等离子体射流。

权利要求书

- 1、一种反相双高压三环结构安全射流装置，包括管状腔体和高压电源模块；所述管状腔体的一端设置进气口，另一端作为低温等离子体射流出口；
- 5 其特征在于：所述高压电源模块为反相双高压输出的电源模块；所述管状腔体的外壁沿轴向依次包裹三段环状电极，自进气口至低温等离子体射流出口的方向分别记为第一电极、第二电极、第三电极，相应分别与高压电源模块的输出 1 端、高压电源模块的输出 2 端和地端连接；第一电极与第二电极的间距 h_{12} 为第二电极与第三电极的间距 h_{23} 的 1.5~2.5 倍，间距 h_{12} 和间距 h_{23}
- 10 均与高压电源模块的输出电压幅值为正相关；管状腔体的内径为 1mm~3mm，内、外径的比值与高压电源模块的输出电压幅值为负相关。

2、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：三段环状电极的宽度相等。

- 3、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：每一段环状电极的宽度为 3mm~5mm。
- 15

4、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：第三电极距离低温等离子体射流出口 0.5cm~1.5cm。

5、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：所述管状腔体为石英玻璃管。

- 6、根据权利要求 5 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：石英玻璃管的外径 R 为 5-8mm、内径 r 为 1-3mm。
- 20

7、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：第一电极与第二电极的间距 h_{12} 为 2-3cm，第二电极与第三电极的间距 h_{23} 为 0.5-1cm。

- 8、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在
- 25

于：高压电源模块的输出 1 端、高压电源模块的输出 2 端的输出电压值分别为 2kv~4kV。

- 9、根据权利要求 1 所述的反相双高压三环结构安全射流装置，其特征在于：所述高压电源模块采用三相插头，所述地端接在三相插头的上端口，三相插头的另外两个端口分别接高压电源模块的 220V 进线端。
- 5

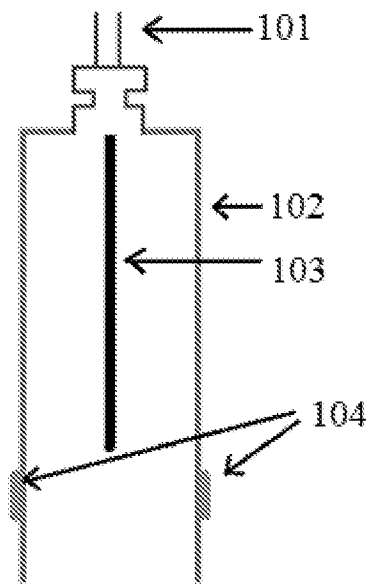


图 1

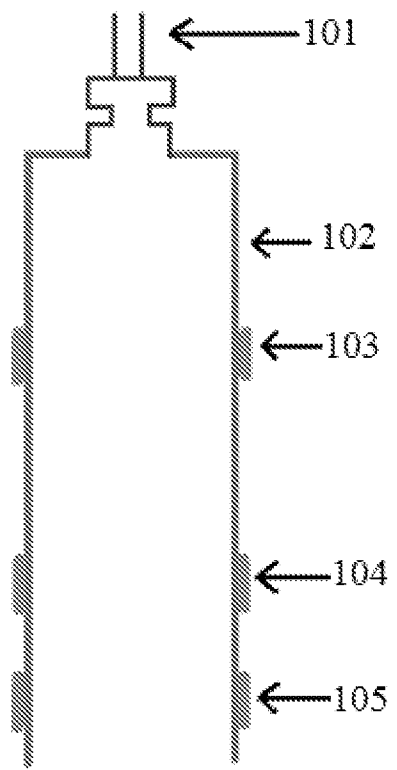


图 2

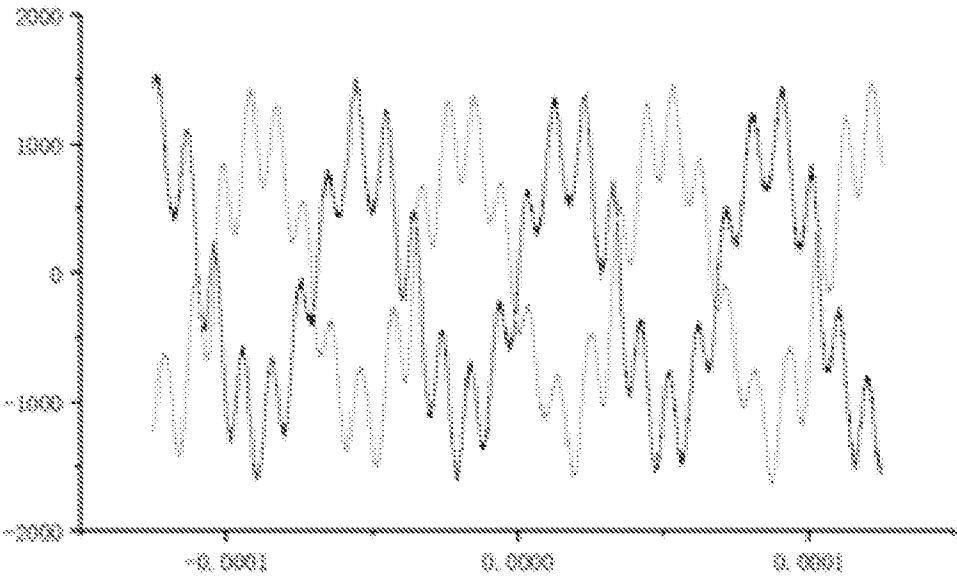


图 3

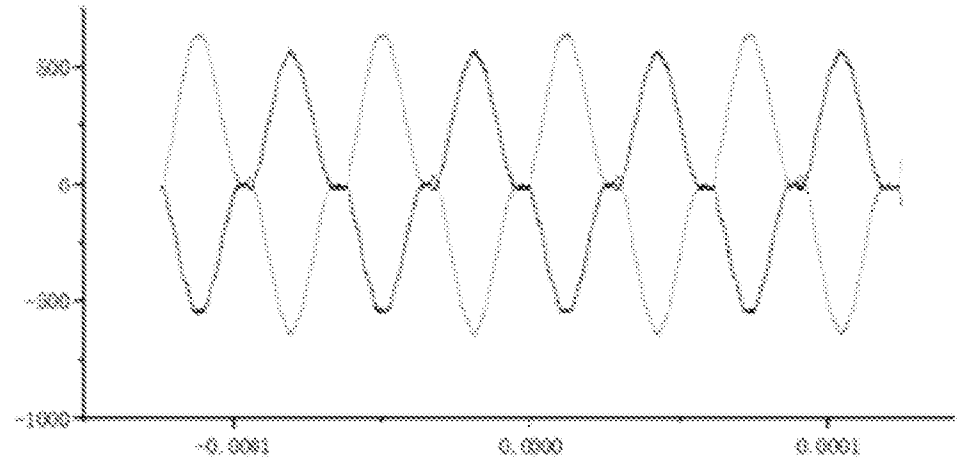


图 4

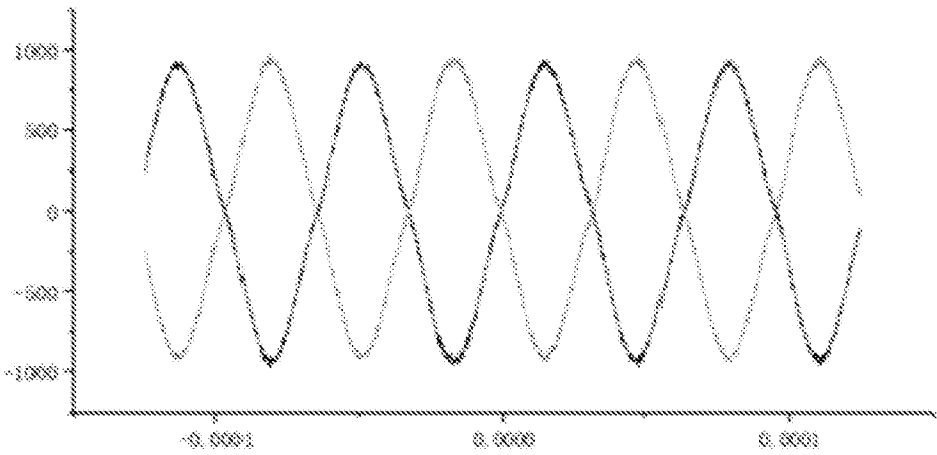


图 5

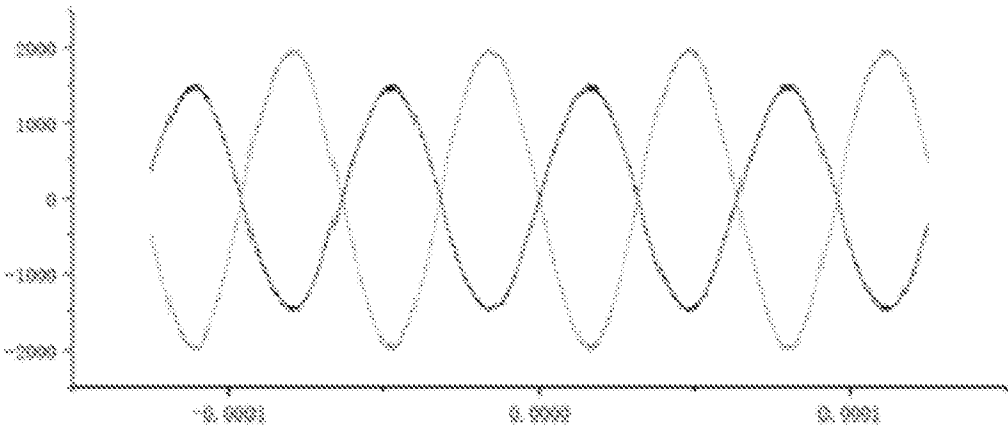


图 6

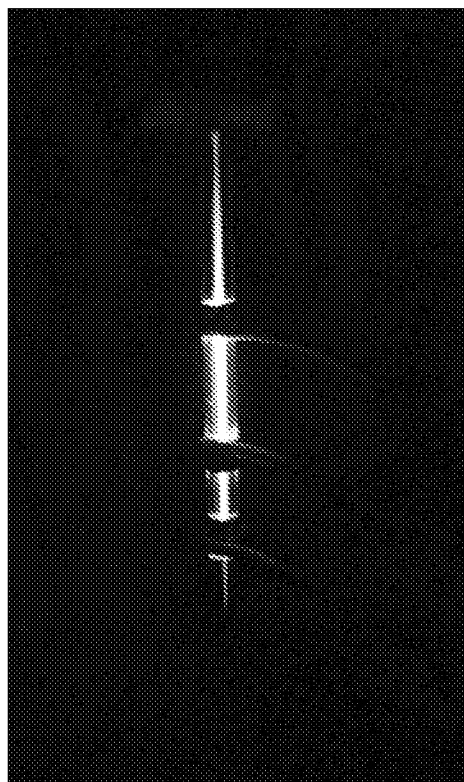


图 7

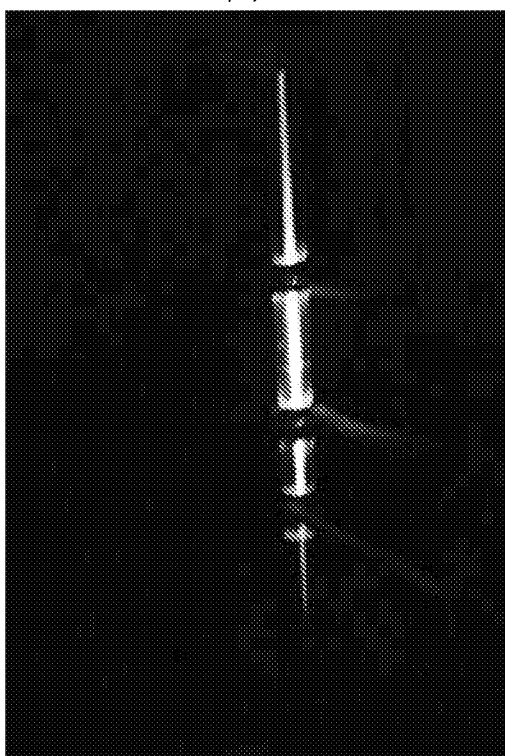


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/112076

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H05H 1/30(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) H05H 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) CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 三电极, 射流, 管, 接地, 反相, 电极, 等离子, 安全, high, voltage, power, supply, inverted, dual, output, pipe, cavity, annular, copper, air, inlet, plasma, jet, outlet																							
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 3951557 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 01 August 2007 (2007-08-01) description, paragraphs [0016]-[0037], and figures 1-5</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>KR 20150146253 A (KWANGWOON UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COLLABORATION FOUNDATION) 31 December 2015 (2015-12-31) description, paragraphs [0027]-[0034], and figure 1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 208462122 U (WANG, Shijun) 01 February 2019 (2019-02-01) entire document</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104918402 A (DONGHUA UNIVERSITY) 16 September 2015 (2015-09-16) entire document</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102254774 A (INSTITUTE OF PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 23 November 2011 (2011-11-23) entire document</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108566714 A (GUIZHOU POWER GRID CO., LTD.) 21 September 2018 (2018-09-21) entire document</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	Y	JP 3951557 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 01 August 2007 (2007-08-01) description, paragraphs [0016]-[0037], and figures 1-5	1-9	Y	KR 20150146253 A (KWANGWOON UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COLLABORATION FOUNDATION) 31 December 2015 (2015-12-31) description, paragraphs [0027]-[0034], and figure 1	1-9	A	CN 208462122 U (WANG, Shijun) 01 February 2019 (2019-02-01) entire document	1-9	A	CN 104918402 A (DONGHUA UNIVERSITY) 16 September 2015 (2015-09-16) entire document	1-9	A	CN 102254774 A (INSTITUTE OF PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 23 November 2011 (2011-11-23) entire document	1-9	A	CN 108566714 A (GUIZHOU POWER GRID CO., LTD.) 21 September 2018 (2018-09-21) entire document	1-9
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
Y	JP 3951557 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 01 August 2007 (2007-08-01) description, paragraphs [0016]-[0037], and figures 1-5	1-9																					
Y	KR 20150146253 A (KWANGWOON UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COLLABORATION FOUNDATION) 31 December 2015 (2015-12-31) description, paragraphs [0027]-[0034], and figure 1	1-9																					
A	CN 208462122 U (WANG, Shijun) 01 February 2019 (2019-02-01) entire document	1-9																					
A	CN 104918402 A (DONGHUA UNIVERSITY) 16 September 2015 (2015-09-16) entire document	1-9																					
A	CN 102254774 A (INSTITUTE OF PHYSICS, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 23 November 2011 (2011-11-23) entire document	1-9																					
A	CN 108566714 A (GUIZHOU POWER GRID CO., LTD.) 21 September 2018 (2018-09-21) entire document	1-9																					
☐ 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 05 March 2020		Date of mailing of the international search report 26 March 2020																					
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088 China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.																					

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/112076

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	3951557	B2	01 August 2007	JP	2001334147	A	04 December 2001
KR	20150146253	A	31 December 2015	KR	101657762	B1	19 September 2016
CN	208462122	U	01 February 2019	CN	108684129	A	19 October 2018
CN	104918402	A	16 September 2015	None			
CN	102254774	A	23 November 2011	CN	102254774	B	10 July 2013
CN	108566714	A	21 September 2018	CN	208445822	U	29 January 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/112076

A. 主题的分类 H05H 1/30 (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) H05H 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EPDOC: 三电极, 射流, 管, 接地, 反相, 电极, 等离子, 安全, high, voltage, power, supply, inverted, dual, output, pipe, cavity, annular, copper, air, inlet, plasma, jet, outlet																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 3951557 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 2007年 8月 1日 (2007 - 08 - 01) 说明书第[0016]-[0037]段, 附图1-5</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>KR 20150146253 A (UNIV. KWANGWOON IND. ACADEMIC COLLABORATIO.) 2015年 12月 31日 (2015 - 12 - 31) 说明书第[0027]-[0034]段, 附图1</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 208462122 U (王诗君) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104918402 A (东华大学) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102254774 A (中国科学院物理研究所) 2011年 11月 23日 (2011 - 11 - 23) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108566714 A (贵州电网有限责任公司) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文</td> <td>1-9</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	JP 3951557 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 2007年 8月 1日 (2007 - 08 - 01) 说明书第[0016]-[0037]段, 附图1-5	1-9	Y	KR 20150146253 A (UNIV. KWANGWOON IND. ACADEMIC COLLABORATIO.) 2015年 12月 31日 (2015 - 12 - 31) 说明书第[0027]-[0034]段, 附图1	1-9	A	CN 208462122 U (王诗君) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 全文	1-9	A	CN 104918402 A (东华大学) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 全文	1-9	A	CN 102254774 A (中国科学院物理研究所) 2011年 11月 23日 (2011 - 11 - 23) 全文	1-9	A	CN 108566714 A (贵州电网有限责任公司) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文	1-9
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	JP 3951557 B2 (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS LTD.) 2007年 8月 1日 (2007 - 08 - 01) 说明书第[0016]-[0037]段, 附图1-5	1-9																					
Y	KR 20150146253 A (UNIV. KWANGWOON IND. ACADEMIC COLLABORATIO.) 2015年 12月 31日 (2015 - 12 - 31) 说明书第[0027]-[0034]段, 附图1	1-9																					
A	CN 208462122 U (王诗君) 2019年 2月 1日 (2019 - 02 - 01) 全文	1-9																					
A	CN 104918402 A (东华大学) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 全文	1-9																					
A	CN 102254774 A (中国科学院物理研究所) 2011年 11月 23日 (2011 - 11 - 23) 全文	1-9																					
A	CN 108566714 A (贵州电网有限责任公司) 2018年 9月 21日 (2018 - 09 - 21) 全文	1-9																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																			
* 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 2020年 3月 5日		国际检索报告邮寄日期 2020年 3月 26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 刘博 电话号码 86-(10)-53962619																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/112076

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	3951557	B2	2007年 8月 1日	JP	2001334147	A	2001年 12月 4日
KR	20150146253	A	2015年 12月 31日	KR	101657762	B1	2016年 9月 19日
CN	208462122	U	2019年 2月 1日	CN	108684129	A	2018年 10月 19日
CN	104918402	A	2015年 9月 16日	无			
CN	102254774	A	2011年 11月 23日	CN	102254774	B	2013年 7月 10日
CN	108566714	A	2018年 9月 21日	CN	208445822	U	2019年 1月 29日