(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 9 月 3 日 (03.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/172848 A1

(51) 国际专利分类号:
H03F 3/60 (2006.01) *H03F 1/56* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/076458

(22) 国际申请日: 2019 年 2 月 28 日 (28.02.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市傲科光电子有限公司(ALUKSEN OPTOELECTRONICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 劳之豪(LAO, Zhihao); 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。 王昕(WANG, Xin); 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。 向涛(XIANG, Tao); 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。 商松泉(SHANG, Songquan); 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。 袁亚兴(YUAN, Yahsing); 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。 刘德昂(LIU, Deang); 中国广东省深圳市南山区桃源街道笃学路9号国家超级计算深圳中心科研楼11层, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 深圳中一联合知识产权代理有限公司(SHENZHEN ZHONGYI UNION INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市福田区园岭街道深南中路1014号报春大厦9楼（5号信箱）, Guangdong 518028 (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,

(54) **Title:** TRAVELLING-WAVE AMPLIFIER AND INFORMATION TRANSCEIVING DEVICE

(54) 发明名称: 行波放大器和信息收发设备

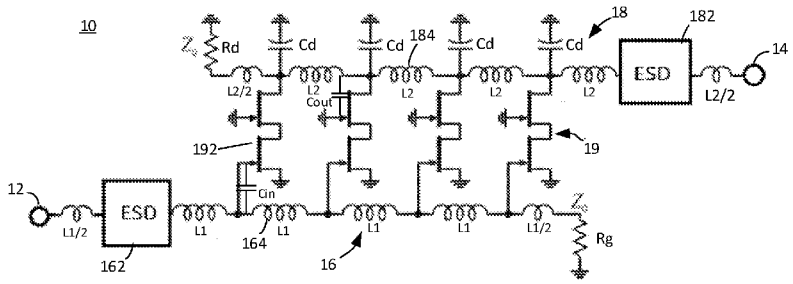


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed is a travelling-wave amplifier, which is provided with an input port and an output port. The travelling-wave amplifier comprises: an input transmission line with a first electrostatic protection circuit; an output transmission line with a second electrostatic protection circuit; and at least two amplifiers connected between the input transmission line and the output transmission line, wherein the equivalent capacitance and inductance of each of the electrostatic protection circuits matches capacitance and inductance of each of the amplifiers equating to each of the transmission lines. Thus, after being added to the electrostatic protection circuits, elements of the electrostatic protection circuits are also added, as part of the travelling-wave amplifier, to the input transmission line and the output transmission line, and have no impact on the original electrical properties of the input transmission line and output transmission line. By means of selecting proper element parameters, the electrostatic protection circuits have no impact on the total bandwidth of the travelling-wave amplifier, and enable an electrostatic discharge voltage range which can be borne by the travelling-wave amplifier to increase several times.

WO 2020/172848 A1

[见续页]

CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明，要求每一种可提供的地区保护)：ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：一种行波放大器，具有输入端口和输出端口，包括：具有第一静电保护电路的输入传输线；具有第二静电保护电路的输出传输线，以及连接在输入传输线和输出传输线之间的至少两个放大器；其中各个静电保护电路的等效电容、电感与每个放大器等效至传输线的电容、电感相匹配。这样，加入静电保护电路后，静电保护电路的元件作为行波放大器的一部分，也被加入到输入传输线和输出传输线，并且不影响输入传输线和输出传输线原有的电学特性。通过选择适当的元件参数，静电保护电路不会影响行波放大器的总带宽，并使得行波放大器能够承受的静电放电电压范围提升数倍。

行波放大器和信息收发设备

技术领域

[0001] 本申请属于放大器技术领域，尤其涉及一种行波放大器和信息收发设备。

背景技术

[0002] 在传统的宽带放大器的技术中，行波放大器（Traveling-Wave Amplifiers，TWA）又称分布式放大器，是应用最广泛的一种宽带放大技术。行波放大器可以在很宽的频带内实现较大的平坦增益，广泛应用于高速通信、微波毫米波无线通信、宽带无线收发器、高分辨雷达和成像系统等领域。例如在高速光通信行业，在100/200/400-Gbit/s的高速光通信系统中，非常高带宽的宽带放大器是必需的，所以采用了高电子迁移率晶体管(High-electron mobility transfer，HEMT)的行波放大器经常被用来作为调制器的驱动器，这是因为这种器件有着非常宽的带宽结构，同时还有着非常高的击穿电压。

[0003] 行波放大器是一种宽带放大电路，在行波放大器中，晶体管的输入和输出等效电容可以被等效于传输线中，形成LC（电感-电容）梯形网络。有源器件的输入/输出等效电容和片内螺旋电感分别构成放大器的栅线和漏线，栅线和漏线是不同特性阻抗的集总参数低通传输线，输入信号在栅线上传输并且以不同的相位加到有源器件的栅极，通过跨导在漏线得到放大的信号。当信号在每一级放大电路的栅线和漏线同相传输时，漏线上放大的信号同相叠加，从而实现宽带放大。

[0004] 由于上述行波放大器的特性，如果在行波放大器的输入和输出端加入传统的ESD（Electro-Static discharge，静电释放）保护电路，会严重降低行波放大器的带宽，所以传统的行波放大器的输入和输出端无法使用传统的ESD保护电路进行ESD保护，使得传统的行波放大器的静电耐压保护能力较差，可靠性不高。

发明概述

技术问题

[0005] 有鉴于此，本申请实施例提供了一种行波放大器和信息收发设备，旨在解决传

统的行波放大器的静电耐压保护能力较差，可靠性不高的问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0006] 本申请实施例的第一方面提供了一种行波放大器，具有输入端口和输出端口，所述行波放大器电路包括：

[0007] 输入传输线，其与所述输入端口连接，并且包括第一静电保护电路和串联的多个第一电感性元件，所述第一静电保护电路靠近所述输入端口侧；

[0008] 输出传输线，其与所述输出端口连接，并且包括第二静电保护电路和串联的多个第二电感性元件，所述第二静电保护电路靠近所述输出端口侧；以及

[0009] 连接在所述输入传输线和所述输出传输线之间的至少两个放大器；

[0010] 其中，所述第一静电保护电路的等效至所述输入传输线的电容、电感分别和每个所述放大器等效至所述输入传输线的输入电容、电感相匹配，所述第二静电保护电路的等效至所述输出传输线的电容、电感分别和每个所述放大器等效至所述输出传输线的输出电容、电感相匹配。

[0011] 在其中一个实施例中，所述第一静电保护电路等效至所述输入传输线的等效电容值、等效电感值分别和每个所述放大器等效至所述输入传输线的等效电容值、等效电感值一致。

[0012] 在其中一个实施例中，所述第二静电保护电路等效至所述输出传输线的等效电容值、等效电感值分别和每个所述放大器等效至所述输出传输线的等效电容值、等效电感值一致。

[0013] 在其中一个实施例中，每个所述放大器包括晶体管装置，所述晶体管装置的栅极连接到所述输入传输线，所述晶体管装置的漏极连接到所述输出传输线。

[0014] 在其中一个实施例中，每个所述晶体管装置包括一个或多个级联连接在公共端、输入传输线和输出传输线之间晶体管。

[0015] 在其中一个实施例中，所述输入传输线上相邻的第一电感性元件之间形成输入连接点，所述输出传输线上相邻的第二电感性元件之间形成输出连接点，所述第一静电保护电路连接在靠近所述输入端口侧的第一个输入连接点，所述第二静电保护电路连接在靠近所述输出端口侧的第一个输出连接点，各个所述放大

设备依次连接在第一个输入连接点之外的所述输入连接点和第一个输出连接点之外所述输出连接点之间。

[0016] 在其中一个实施例中，所述第一静电保护电路包括第一二极管和第二二极管；所述第一二极管的负极接电源，正极接所述第一个所述输入连接点；所述第二二极管的负极接第一个所述输入连接点，正极接负电源或者接地。

[0017] 在其中一个实施例中，所述第二静电保护电路包括第三二极管和第四二极管；所述第三二极管的负极接电源，正极接所述第一个所述输出连接点；所述第四二极管的负极接第一个所述输出连接点，正极接负电源或者接地。

[0018] 在其中一个实施例中，还包括与所述输出传输线和公共端之间连接的多个匹配电容。

[0019] 在其中一个实施例中，所述匹配电容的容值根据所述输入传输线的等效电容与所述输出传输线的等效电容的容值差值选择。

[0020] 在其中一个实施例中，所述匹配电容的容值与所述输入传输线的等效电容与所述输出传输线的等效电容的容值差相等。

[0021] 本申请实施例的第二方面提供了一种信息收发设备，包括以上所述的行波放大器。

发明的有益效果

有益效果

[0022] 上述的行波放大器的静电保护电路放入到输入和输出端的传输线，为了保证行波放大器的带宽，加入静电保护电路后，静电保护电路的元件作为行波放大器的一部分，被加入到输入传输线和输出传输线，静电保护电路可以根据放大器等效在输入/输出传输线的等效电容和等效电感选择参数，使其依然需要符合行波放大器的截止频率对应的带宽和特性阻抗，不影响输入传输线和输出传输线原有的电学特性，这样的话，静电保护电路也不会影响行波放大器的总带宽；另外，加入静电保护电路后可以使得行波放大器的承受静电放电电压范围提升数倍。

对附图的简要说明

附图说明

[0023] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术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申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0024] 图1为本申请实施例提供的行波放大器结构示意图（为了简洁说明行波放大器的原理，晶体管的偏置电路没有画出）；

[0025] 图2（A）为图1所示的行波放大器中第一静电保护电路的示例电路原理图；

[0026] 图2（B）为2（A）所示的第一静电保护电路的等效电容和等效电感示意图；

[0027] 图3（A）为图1所示的行波放大器中第二静电保护电路的示例电路原理图；

[0028] 图3（B）为3（A）所示的第二静电保护电路的等效电容和等效电感示意图；

[0029] 图4为图1所示的行波放大器中输入传输线的等效电容的示例电路原理图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0030] 为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

[0031] 行波放大器中，每一个放大器都存在寄生电容，各个放大器输入端和输出端的寄生电容，以及传输线的寄生电容可以被等效于传输线中。各个放大器中的电感和传输线的寄生电感也被等效于传输线中，可见，输入传输线的电学特性由等效电容和等效电感来限定，输出传输线的电学特性也由等效电容和等效电感来限定。另外需要说明的是，行波放大器的传输线上的电感元件一般包括寄生电感和放大器等效到链路上的等效电感，当然也可以包括串接在链路上的分立电感器件。

[0032] 请参阅图1，本申请实施例提供的行波放大器可用在信息收发设备，比如应用于高速通信、宽带无线收发器、高分辨雷达和成像系统等。本申请实施例提供的行波放大器10具有输入端口12和输出端口14，行波放大器10包括输入传输线16、输出传输线18及至少两个放大器19。

[0033] 输入传输线16与输入端口12连接，并且包括第一静电保护电路162和串联的多

个第一电感性元件164，第一静电保护电路162靠近输入端口12侧。

[0034] 在一个实施例中，在任何一个放大器19之间的第一电感性元件164都具有电感L1，而第一个和最后一个第一电感性元件164具有L1/2的电感。而且，输入端口12被设置在输入传输线16的一个端点，输入传输线16的另一个端点通过电阻Rg连接到公共端。

[0035] 输出传输线18与输出端口14连接，并且包括第二静电保护电路182和串联的多个第二电感性元件184，第二静电保护电路182靠近输出端口14侧。其中，第一电感性元件164和第二电感性元件184，可以是集总电感，也可以是传输线等效电感，其选型取决于工作频段和环境。

[0036] 在一个实施例中，在任何一放大器19之间的第二电感性元件184都具有电感 L2，而第一个和最后一个第二电感性元件184具有L2/2的电感。输出端口14被设置在输出传输线18的输出端提供，输出传输线18的输入端通过电阻Rd连接到公共端。

[0037] 本例中，电阻Rd和电阻Rg阻值一致，分别与输入传输线16和输出传输线18的阻抗相匹配，防止沿传输线的反射，并且公共端通常是地，电感L1和电感L2一致。

[0038] 放大器19连接在输入传输线16和输出传输线18之间。本例中，各个放大器19同向并联，输入信号在输入传输线16上传输并且以不同的相位加到放大器19的输入，通过跨导在输出传输线18得到放大的信号。当信号在每一级放大器19的输入和输出同相传输时，输出传输线18上放大的信号同相叠加，从而实现宽带放大。在其他实施方式中，各个放大器19也可以是反向并联。

[0039] 在一个实施例中，放大器19包括晶体管装置，晶体管装置的栅极连接到输入传输线16，晶体管装置的漏极连接到输出传输线18。如此，输入传输线16即为栅极线，输出传输线18即为漏极线。每个晶体管装置19包括一个或多个级联在公共端和输出传输线18之间晶体管192。在该实例中，每个晶体管装置被示出为两个垂直级联的场效应晶体管192。其中一个场效应晶体管192的栅极连接到输入传输线16，另一个场效应晶体管192的漏极连接到输出传输线18。在其他实施例中，每个晶体管装置示对信号的放大需求，可以设置为一个场效应晶体管，也

可以设置三个或者更多个级联的场效应晶体管。

[0040] 请参阅图1、图2（A）、图2（B）、图3（A）和图3（B），第一静电保护电路162的等效至输入传输线16的寄生电容Cesd1根据每个放大器19等效至输入传输线16的电容选择以相匹配，第二静电保护电路182的等效至输出传输线18的寄生电容Cesd2根据每个放大器19等效至输出传输线18的电容选择以相匹配。同时，第一静电保护电路162的等效至输入传输线16的电感（即其寄生电感）根据每个放大器19等效至输入传输线16的电感选择以相匹配，第二静电保护电路182等效至输出传输线18的电感（即其寄生电感）根据每个放大器19等效至输出传输线18的电感选择以相匹配。

[0041] 每个放大器19具有输入（栅极-源极）电容Cin和输出（源极-漏极）电容Cout，而且在行波放大器10中，放大器19的输入电容Cin和输出电容Cout可以被等效于输入/输出传输线16、18中，即LC梯形网络。请参考图4，输入传输线16的等效电容C包括各个放大器19的等效至输入传输线16的输入电容Cin和各个第一电感性元件链的寄生电容C_{L1}；同样地，输出传输线18的等效电容包括各个放大器19等效至输出传输线18的输出电容Cout和各个第二电感性元件链的寄生电容。本例中，第一电感性元件链输入传输线和第二电感性元件链的元件参数相同，因此其寄生电容也认为相同。要使得静电保护电路162、182不会影响行波放大器10的总带宽，那么两个静电保护电路162、182的等效寄生电容Cesd1、Cesd2和等效寄生电感值将分别根据传输线中放大器19的输入电容Cin、输出电容Cout和等效寄生电感值匹配。改进后的行波放大器10的特性阻抗和截止频率，与没有静电保护电路162、182的标准行波放大器保持一致。同时，使得行波放大器10的承受静电放电电压范围提升数倍。在本例中，第一静电保护电路162的等效至输入传输线16的等效（寄生）电容Cesd1的容值、等效（寄生）电感值分别和每个放大器19等效至输入传输线16的输入电容Cin的容值、等效（寄生）电感值一致。第二静电保护电路182等效至输出传输线18的等效（寄生）电容Cesd2的容值、等效（寄生）电感值分别和每个放大器19等效至输出传输线18的输出电容Cout的容值、等效（寄生）电感值一致。

[0042] 请参阅图1、图2（A）和图3（A），输入传输线16上相邻的第一电感性元件16

4之间形成输入连接点，输出传输线18上相邻的第二电感性元件184之间形成输出连接点，第一静电保护电路162连接在靠近输入端口12侧的第一个输入连接点，即第一静电保护电路162通过一个（第一个）第一电感性元件164和输入端口12连接，第二静电保护电路182连接在靠近输出端口14侧的第一个输出连接点，即第二静电保护电路182通过一个（最后一个）第二电感性元件184和输出端口14连接，各个放大器19依次连接在第一个输入连接点之外的输入连接点和第一个输出连接点之外输出连接点之间。如此，使得每个输入连接点上的等效电容一致，每个输出连接点上的等效电容也一致，以使得输入传输线16和输出传输线18各个连接点的参数匹配一致，以不影响整体的带宽。

[0043] 在其中一个实施例中，请参阅图2（A）和2（B），第一静电保护电路162包括第一二极管D1和第二二极管D2；第一二极管D1的负极接电源VDD，正极接第一个输入连接点；第二二极管D2的负极接第一个输入连接点，正极接负电源VSS或接地。其中，第一二极管D1和第二二极管D2的尺寸需要被严格挑选，使得第一二极管D1和第二二极管D2的总等效（寄生）电容Cesd1和行波放大器10中各级放大器等效到输入传输线电容Cin的容值保持一致；而第一二极管D1和第二二极管D2连接点两端等效到输入传输线16的电感分别为L1/2，这样右侧传输线与原有输入传输线串联后总的等效电感为L1。类似的，请参阅图3（A）和图3（B），第二静电保护电路182包括第三二极管D3和第四二极管D4；第三二极管D3的负极接电源VDD，正极接第一个输出连接点；第四二极管D4的负极接第一个输出连接点，正极接负电源VSS或接地。其中，第三二极管D3和第四二极管D4的尺寸需要被严格挑选，使得第三二极管D3和第四二极管D4的总等效（寄生）电容Cesd2和行波放大器10中各级放大器19等效到输出传输线电容Cout的容值保持一致；而第三二极管D3和第四二极管D4连接点两端等效到输出传输线18的电感均为L2/2，这样左侧传输线与原有输出传输线串联后总的等效电感为L2。根据施加于电路输入端的静电保护电路162、182的极性的正负，高压放电通过连接在正极或负极的二极管进入到正或负的电源回路。这样的话，静电保护电路162、182才不会影响行波放大器10的总带宽，不会因为加入静电保护电路162、182而明显降低。改进后的行波放大器的特性阻抗和截止频率与没有静电保护电路

的标准行波放大器保持一致。

[0044] 行波放大器10接入被放大信号时两个信号波通过传输线传播，这些信号被表示为对应于输出传输线18的“漏线波”和对应于输入传输线16的“栅线波”。为了正确的信号放大，这两个波必须具有相同的速度，其要求是，只有当输入电容Cin＝输出电容Cout以及L1＝L2时才能得到满足。而在典型的行波放大器中，输入电容Cin与输出电容Cout不同，典型地，输入电容Cin高于输出电容Cout。因此，典型的行波放大器中设定成阻抗匹配条件导致在两条传输线中的传播速度不匹配。具体来说，漏极波的速度大于栅极波的速度。

[0045] 如此，本申请的另一个实施例中，请参阅图1，行波放大器10还包括与输出传输线18和公共端之间连接的多个匹配电容Cd。利用该匹配电容Cd匹配放大器19的输出电容Cout，使得输入电容Cin＝匹配电容Cd + 输出电容Cout，使得“漏线波”和“栅线波”在两条传输线中的传播速度相匹配。由此可知，匹配电容Cd的容值根据输入传输线16的等效电容与输出传输线18的等效电容的容值差值选择，具体是根据输入电容Cin和输出电容Cout的容值差值选择。具体地，匹配电容Cd的容值与输入传输线16的等效电容与输出传输线18的等效电容的容值差相等，即匹配电容Cd＝输入电容Cin - 输出电容Cout。

[0046] 为了证明本申请实施例提供的行波放大器10的技术效果，测试对比了未加入静电保护电路的行波放大器10电路芯片，和采用加入申请实施例提供的静电保护电路的行波放大器10电路芯片，两种芯片对于静电保护的保护能力。测试针对人体放电模式（Human-Body Model，HBM），测试方法采用了标准ANSI/ESDA/JEDEC JS-001-2014（电放电敏感度测试 - 人体模型）中描述的方法，未加入静电保护的行波放大器10电路芯片，测试结果为：芯片承受静电释放放电电压范围125V到小于250V，而采用本申请中的方法加入静电保护电路的行波放大器10电路芯片，芯片承受静电释放放电电压范围500V到小于1000V。测试结果证明，采用本申请中的方法加入静电保护电路的行波放大器10电路芯片，对于静电释放的保护能力得到了显著增强。

[0047] 以上所述仅为本申请的较佳实施例而已，并不用以限制本申请，凡在本申请的

精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

[权利要求 1] 一种行波放大器，具有输入端口和输出端口，其特征在于，所述行波放大器包括：

输入传输线，其与所述输入端口连接，并且包括第一静电保护电路和串联的多个第一电感性元件，所述第一静电保护电路靠近所述输入端口侧；

输出传输线，其与所述输出端口连接，并且包括第二静电保护电路和串联的多个第二电感性元件，所述第二静电保护电路靠近所述输出端口侧；以及

连接在所述输入传输线和所述输出传输线之间的至少两个放大器；

其中，所述第一静电保护电路等效至所述输入传输线的电容、电感分别和每个所述放大器等效至所述输入传输线的电容、电感相匹配，所述第二静电保护电路等效至所述输出传输线的电容、电感分别和每个所述放大器等效至所述输出传输线的电容、电感相匹配。

[权利要求 2] 如权利要求1所述的行波放大器，其特征在于，所述第一静电保护电路等效至所述输入传输线的等效电容值、等效电感值分别和每个所述放大器等效至所述输入传输线的等效电容值、等效电感值一致。

[权利要求 3] 如权利要求1所述的行波放大器，其特征在于，所述第二静电保护电路等效至所述输出传输线的等效电容值、等效电感值分别和每个所述放大器等效至所述输出传输线的等效电容值、等效电感值一致。

[权利要求 4] 如权利要求1、2或3所述的行波放大器，其特征在于，每个所述放大器包括晶体管装置，所述晶体管装置的栅极连接到所述输入传输线，所述晶体管装置的漏极连接到所述输出传输线。

[权利要求 5] 如权利要求4所述的行波放大器，其特征在于，每个所述晶体管装置包括一个或多个级联连接在公共端、输入传输线和输出传输线之间晶体管。

[权利要求 6] 如权利要求1、2或3所述的行波放大器，其特征在于，所述输入传输线上相邻的第一电感性元件之间形成输入连接点，所述输出传输线上

相邻的第二电感性元件之间形成输出连接点，所述第一静电保护电路连接在靠近所述输入端口侧的第一个输入连接点，所述第二静电保护电路连接在靠近所述输出端口侧的第一个输出连接点，各个所述放大设备依次连接在第一个输入连接点之外的所述输入连接点和第一个输出连接点之外所述输出连接点之间。

[权利要求 7] 如权利要求6所述的行波放大器，其特征在于，所述第一静电保护电路包括第一二极管和第二二极管；所述第一二极管的负极接正电源，正极接所述第一个所述输入连接点；所述第二二极管的负极接第一个所述输入连接点，正极接负电源或者接地。

[权利要求 8] 如权利要求6所述的行波放大器，其特征在于，所述第二静电保护电路包括第三二极管和第四二极管；所述第三二极管的负极接电源，正极接所述第一个所述输出连接点；所述第四二极管的负极接第一个所述输出连接点，正极接负电源或者接地。

[权利要求 9] 如权利要求1所述的行波放大器，其特征在于，还包括与所述输出传输线和公共端之间连接的多个匹配电容。

[权利要求 10] 如权利要求9所述的行波放大器，其特征在于，所述匹配电容的容值根据所述输入传输线的等效电容与所述输出传输线的等效电容的容值差值选择。

[权利要求 11] 如权利要求10所述的行波放大器，其特征在于，所述匹配电容的容值与所述输入传输线的等效电容与所述输出传输线的等效电容的容值差相等。

[权利要求 12] 一种信息收发设备，其特征在于，包括权利要求1至11任一项所述的行波放大器。

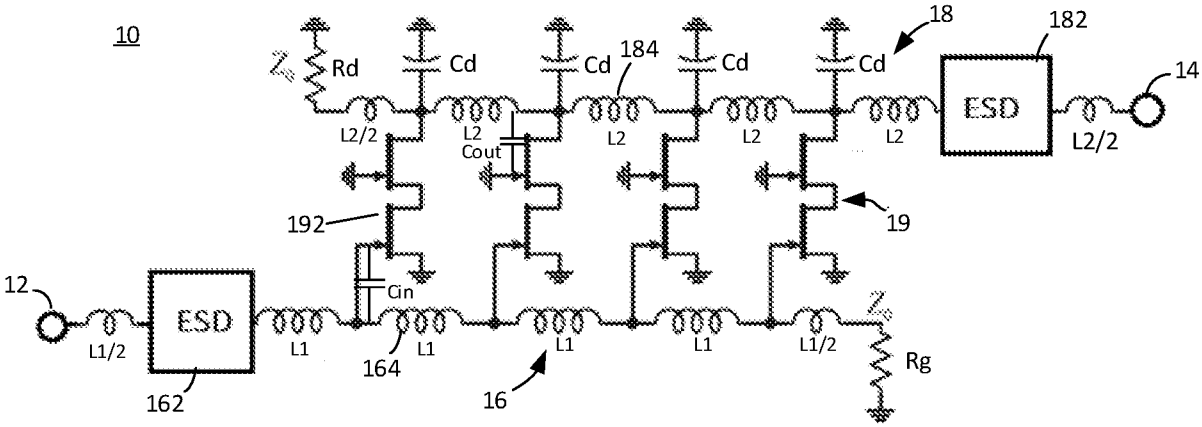

10
Rd
Cd
Cd
184
Cd
Cd
18
182
14
ESD
L2/2
L2
Cout
L2
L2
L2
L2/2
192
19
12
ESD
Cin
L1/2
L1
164
L1
L1
L1
L1/2
Rg
162
16

图 1

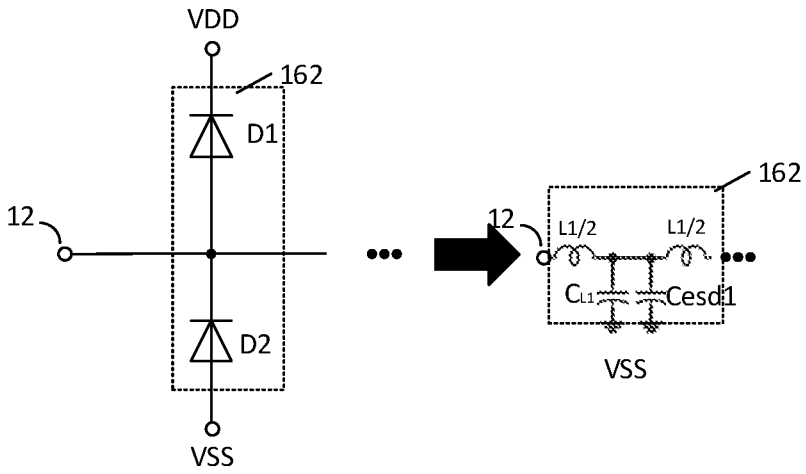

VDD
162
D1
12
D2
VSS
162
12
L1/2
L1/2
CL1
Cesd1
VSS

图 2（A） 图 2（B）

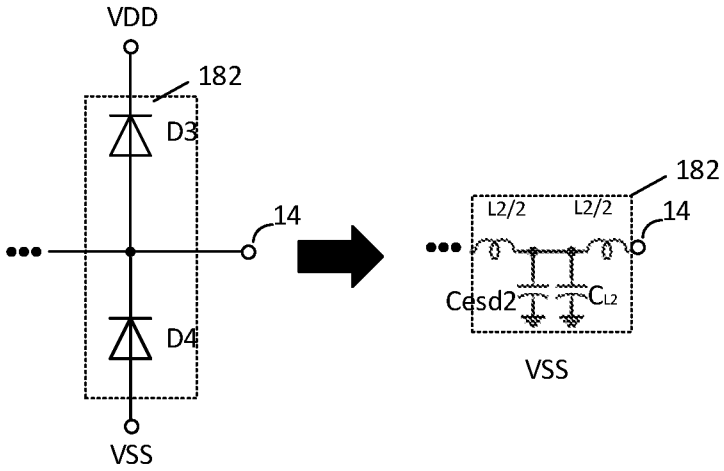

VDD
182
D3
14
D4
VSS
182
L2/2
L2/2
14
Cesd2
C_{L2}
VSS

图 3（A） 图 3（B）

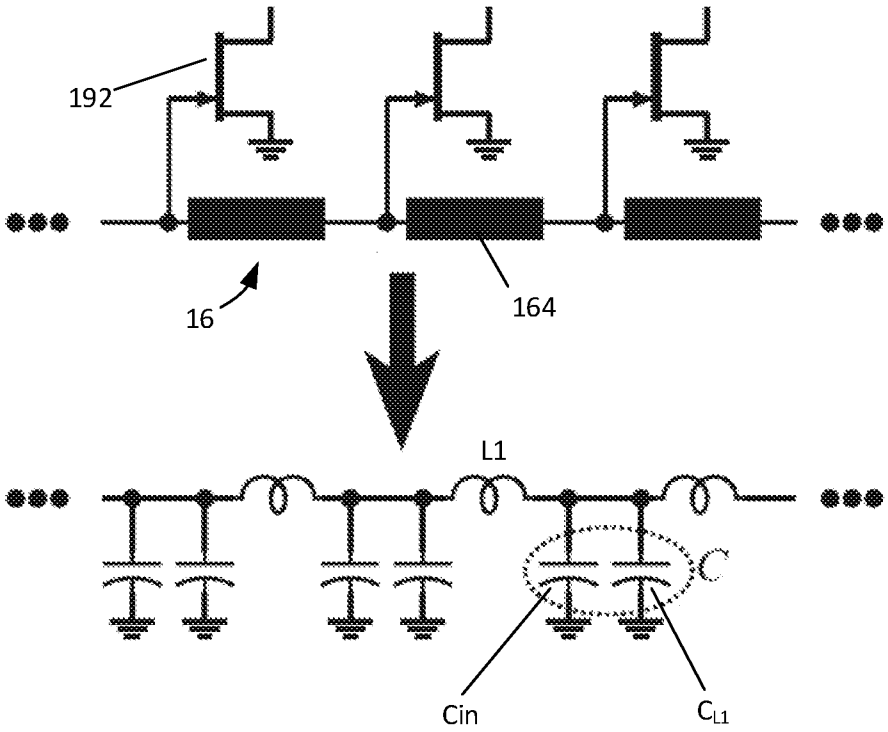

192
16
164
L1
C
Cin
C_{L1}

图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/076458

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H03F 3/60(2006.01)i; H03F 1/56(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)

H03F

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: 行波放大器, 分布式放大器, 宽带放大电路, 静电, 保护, traveling, wave, amplifier, TWA, ESD, static, discharg+, protect+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2008100381 A1 (KUMAR, S.) 01 May 2008 (2008-05-01) description, paragraphs [0001] and [0034]-[0038], and figures 7-8	1-12
A	CN 1713522 A (OKI ELECTRIC INDUSTRY CO., LTD.) 28 December 2005 (2005-12-28) entire document	1-12
A	CN 109150122 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS) 04 January 2019 (2019-01-04) entire document	1-12
A	US 2017117860 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 27 April 2017 (2017-04-27) entire document	1-12
A	US 2016380699 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 29 December 2016 (2016-12-29) entire document	1-12
A	US 2016072462 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 10 March 2016 (2016-03-10) entire document	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	Date of mailing of the international search report
12 October 2019	**28 October 2019**
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/CN2019/076458

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2008100381 A1	01 May 2008	US 7525385 B2	28 April 2009
CN 1713522 A	28 December 2005	US 7276972 B2	02 October 2007
		KR 20060042876 A	15 May 2006
		CN 100514851 C	15 July 2009
		US 2005285680 A1	29 December 2005
		JP 2006013880 A	12 January 2006
		JP 4399321 B2	13 January 2010
CN 109150122 A	04 January 2019	None	
US 2017117860 A1	27 April 2017	JP 2017085219 A	18 May 2017
		US 9825602 B2	21 November 2017
US 2016380699 A1	29 December 2016	US 9825709 B2	21 November 2017
		JP 2017017411 A	19 January 2017
US 2016072462 A1	10 March 2016	JP 2016058920 A	21 April 2016
		US 9698023 B2	04 July 2017

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/076458

A. 主题的分类

H03F 3/60(2006.01)i; H03F 1/56(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)

H03F

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, EPODOC：行波放大器，分布式放大器，宽带放大电路，静电，保护，traveling, wave, amplifier, TWA, ESD, static, discharg+, protect+

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2008100381 A1 (KUMAR SUSHIL) 2008年 5月 1日 (2008-05-01) 说明书第[0001]段，[0034]-[0038]段、图7-8	1-12
A	CN 1713522 A (冲电气工业株式会社) 2005年 12月 28日 (2005-12-28) 全文	1-12
A	CN 109150122 A (南京邮电大学) 2019年 1月 4日 (2019-01-04) 全文	1-12
A	US 2017117860 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 2017年 4月 27日 (2017-04-27) 全文	1-12
A	US 2016380699 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 2016年 12月 29日 (2016-12-29) 全文	1-12
A	US 2016072462 A1 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) 2016年 3月 10日 (2016-03-10) 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	国际检索报告邮寄日期
2019年 10月 12日	2019年 10月 28日

ISA/CN的名称和邮寄地址	受权官员
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	赵慧
传真号 (86-10)62019451	电话号码 (86-10)53961203

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/076458

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)
US	2008100381	A1	2008年 5月 1日	US	7525385	B2	2009年 4月 28日
CN	1713522	A	2005年 12月 28日	US	7276972	B2	2007年 10月 2日
				KR	20060042876	A	2006年 5月 15日
				CN	100514851	C	2009年 7月 15日
				US	2005285680	A1	2005年 12月 29日
				JP	2006013880	A	2006年 1月 12日
				JP	4399321	B2	2010年 1月 13日
CN	109150122	A	2019年 1月 4日		无		
US	2017117860	A1	2017年 4月 27日	JP	2017085219	A	2017年 5月 18日
				US	9825602	B2	2017年 11月 21日
US	2016380699	A1	2016年 12月 29日	US	9825709	B2	2017年 11月 21日
				JP	2017017411	A	2017年 1月 19日
US	2016072462	A1	2016年 3月 10日	JP	2016058920	A	2016年 4月 21日
				US	9698023	B2	2017年 7月 4日