



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107968031 A

(43)申请公布日 2018.04.27

(21)申请号 201711189644.X

(22)申请日 2017.11.24

(71)申请人 电子科技大学

地址 611731 四川省成都市高新区(西区)
西源大道2006号

(72)发明人 胡玉禄 高鸾凤 胡权 朱小芳
杨中海 李斌

(74)专利代理机构 成都宏顺专利代理事务所
(普通合伙) 51227

代理人 周永宏

(51)Int.Cl.

H01J 25/34(2006.01)

H01J 23/24(2006.01)

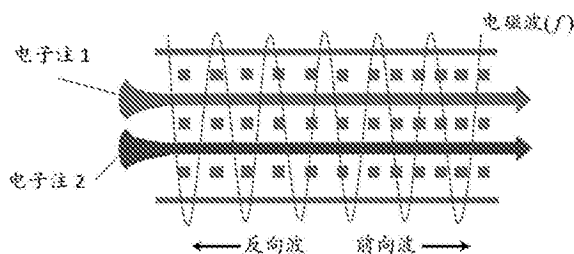
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器

(57)摘要

本发明公开一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,应用于真空电子技术领域,本发明使用两束不同速度的圆形电子注与同一频率电磁波相互作用;两束电子注工作电压分别与前向空间谐波和反向空间谐波同步,行波放大的电磁波信号往前向传播之后作用到返波的振荡回路中作为返波的输入信号从而构成折叠式回路,而反馈回路中被放大的行波信号作用到行波又促进了行波的放大,因此在本发明的慢波电路中的电磁波既能参与到行波放大,同时又能参与返波的放大,形成一个天然的反馈通道,使得器件中的能量不断增加,直至注波互作用功率饱和。



1. 一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,其特征在于,包括慢波结构,所述慢波结构包含两个电子注通道,行波与返波工作于同一频点,第一电子注的电压与行波同步,第二电子注电压与返波同步;

行波与第一电子注相互作用,得到的沿第一电子注正向放大的行波作为返波的输入;所述返波与第二电子注相互作用,得到的沿第二电子注反向放大的返波作用到第一电子注中的行波,直至注波互作用功率饱和。

2. 根据权利要求1所述的一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,其特征在于,所述第一电子注与第二电子注速度不相同。

3. 根据权利要求1所述的一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,其特征在于,所述慢波结构采用折叠式回路。

一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器

技术领域

[0001] 本发明属于真空电子技术领域,特别涉及一种放大器技术。

背景技术

[0002] 太赫兹波是指频率在0.1THz-10THz内的电磁波,介于毫米波和红外光波之间,具有穿透能力强,光子能量低,宽频带、透射性强等特点。随着对太赫兹频谱资源的开发利用,太赫兹技术在药品分析检测、生物医学、国家安全等领域具有重要的应用价值和战略价值,世界各国也对太赫兹领域研究投入了极大的热情。

[0003] 目前太赫兹源的主要产生方式主要是基于固态器件的半导体辐射源,基于光子学的导体辐射源以及基于真空电子学的太赫兹辐射源。其中真空电子器件以其带宽宽、工作稳定、能够获得瓦级的功率输出等优良特性,是目前发展较为迅速的太赫兹辐射源。在向太赫兹频段扩展时,随着频率的升高,慢波结构的尺寸缩小,由于尺寸的共渡效应,难以实现高精度的加工和装配、电子注通道减小带来的电流过小、磁聚焦系统难以聚束、耦合阻抗低,电路损耗大等问题,同时传统行波器件或返波器件都需要维持足够的互作用长度下才能实现功率放大,使得电子注聚焦以及器件加工的难度大大增加。

发明内容

[0004] 本发明为解决上述技术问题,提出一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,利用工作于同一频点的行波和返波分别与不同电子注相互作用,从而构成反馈链路,削弱了工作在太赫兹波段慢波结构耦合阻抗低对放大器性能的影响,耗尽式的激励太赫兹波能量输出。

[0005] 本发明采用的技术方案为:一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,包括慢波结构,所述慢波结构包含两个电子注通道,行波与返波工作于同一频点,第一电子注的电压与行波同步,第二电子注电压与返波同步;

[0006] 行波与第一电子注相互作用,得到的沿第一电子注正向放大的行波作为返波的输入;所述返波与第二电子注相互作用,得到的沿第二电子注反向放大的返波作用到第一电子注中的行波,直至注波互作用功率饱和。

[0007] 进一步地,所述第一电子注与第二电子注速度不相同。

[0008] 进一步地,所述慢波结构采用折叠式回路。

[0009] 本发明的有益效果:本发明的一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,使用两束不同速度的圆形电子注与同一频率电磁波相互作用;两束电子注工作电压分别与前向空间谐波和反向空间谐波同步,行波放大的电磁波信号往前向传播之后作用到返波的振荡回路中作为返波的输入信号从而构成折叠式回路,而反馈回路中被放大的行波信号作用到行波又促进了行波的放大,因此在本发明的慢波电路中的电磁波既能参与到行波放大,同时又能参与返波的放大,形成一个天然的反馈通道,使得器件中的能量不断增加,直至注波互作用功率饱和;本发明具有以下优点:

[0010] 1、本发明的放大器利用工作于同一频点的行波和返波分别与不同电子注相互作用,从而构成反馈链路,具有天然的反馈通道,使得器件中的能量不断增加,直至注波相互作用功率饱和;

[0011] 2、本发明的放大器与传统的行波管和返波管相比,慢波电路为折叠式回路,大大缩短互作用的长度,同时有益于电路的集成,来实现太赫兹器件的小型化;

[0012] 3、本发明耗尽式的激励太赫兹波能量,有效实现微波输出,从而解决了太赫兹慢波结构耦合阻抗低,电路损耗大等问题;

[0013] 4、本发明的放大器通过建立的反馈回路能够有效的缩短传统行波和返波器件的相互作用长度,从而降低了电子注的聚焦以及加工的难度;

[0014] 5、本发明能够利用返波的选频特性实现微弱信号的筛选。

附图说明

[0015] 图1是本发明实施例提供的双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器原理图;

[0016] 图2是本发明实施例提供的双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器色散曲线示意图;

[0017] 图3是本发明实施例提供的双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器工作原理示意图;

[0018] 图4是本发明实施例提供的基于折叠波导的双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器慢波结构示意图

[0019] 图5是本发明实施例提供的以双通道折叠波导为例的双电子注折叠式行-返波放大器的使用电磁仿真软件计算得到的色散曲线。

具体实施方式

[0020] 为便于本领域技术人员理解本发明的技术内容,下面结合附图对本发明内容进一步阐释。

[0021] 如图1所示为双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器原理图,本发明的放大器所使用的慢波结构中共有两个电子注通道,具体为两束不同速度的圆形电子注与同一频率电磁波相互作用;如图2所示,两电子注工作电压不同,第一电子注(即图中的电子注1)的电压与行波同步,第二电子注(即图1中的电子注2)电压与返波同步;如图3所示,行波与第一电子注相互作用,得到的沿第一电子注正向放大的行波作为返波的输入;所述返波与第二电子注相互作用,得到的沿第二电子注反向放大的返波作用到第一电子注中的行波,构成折叠式回路,直至注波相互作用功率饱和。

[0022] 本发明中的慢波结构可以是能够实现图2所示的色散曲线的慢波结构,比如:交错双栅慢波结构,梳齿型慢波结构、正弦波导慢波结构以及双通道折叠波导结构等;在本实施例中,以一个如图4所示双通道折叠波导作为本发明的慢波结构,在140GHz频段的本发明所用的双通道折叠波导慢波结构的几何尺寸为(单位mm):矩形波导宽边长度 $a=1.3$ 、矩形波导窄边长度 $b=0.2$ 、周期长 $p=0.39$ 、直波导段长度 $h=0.36$ 、电子注通道半径 $r=0.12$ 、两电子注通道中心位置之间的距离 $s=a/3$ 。

[0023] 如图5所示为采用双通道折叠波导作为本发明的慢波结构,使用电磁仿真软件计

算得到的色散曲线;可以看出,在两个电子注电压的作用下,行波和返波在同一频点处即图5中的140GHz处,能够与电子注发生同步作用,从而为实现图3所示的双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器的工作机理提供可能。

[0024] 与传统的行波管和返波管相比,慢波电路为折叠式回路,大大缩短互作用的长度,同时有益于电路的集成,来实现太赫兹器件的小型化。

[0025] 本发明的一种双电子注太赫兹折叠式行-返波放大器,采用两束不同速度的圆形电子注与同一频率电磁波相互作用;这两束电子注工作电压不同,分别与行波和返波同步,行波放大的电磁波信号往前向传播之后又作为返波的输入信号反向流转从而构成折叠式回路,而反馈回路中被放大的行波信号作用到行波又促进了行波的放大,因此慢波电路中的电磁波既能参与到行波放大,同时又能参与返波的放大,形成一个天然的反馈通道,使得器件中的能量不断增加,直至注波互作用功率饱和。

[0026] 本发明的放大器耗尽式的激励太赫兹波能量,有效实现微波输出,从而解决了耦合阻抗低,电路损耗大,传统行波器件或返波器件都需要维持足够的互作用长度下才能实现功率放大等问题,也降低了电子注聚焦以及器件加工的难度。

[0027] 本发明能够利用返波的选频特性实现微弱信号的筛选。

[0028] 本领域的普通技术人员将会意识到,这里所述的实施例是为了帮助读者理解本发明的原理,应被理解为本发明的保护范围并不局限于这样的特别陈述和实施例。对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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权利要求范围之内。

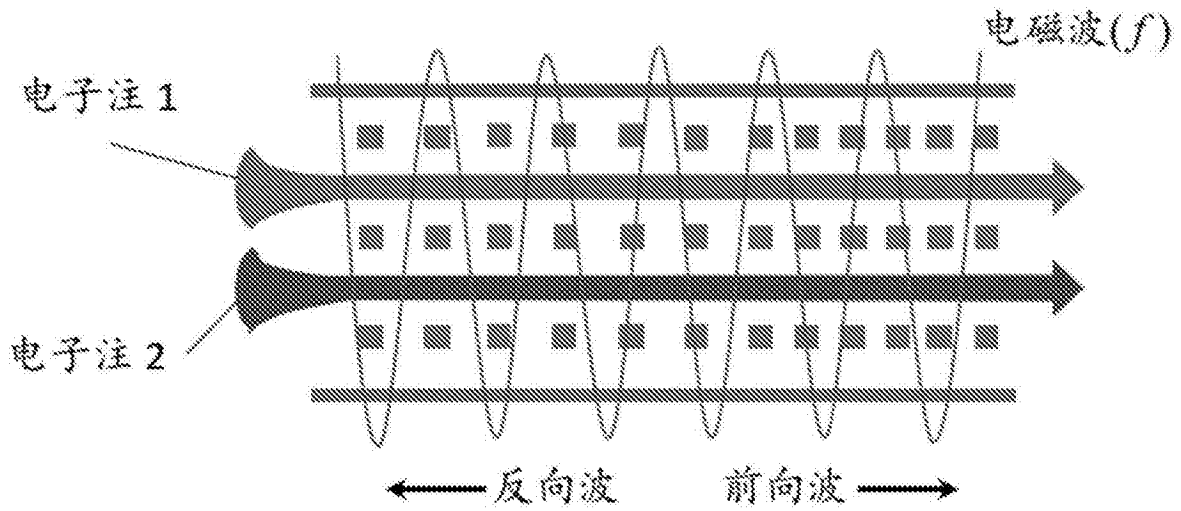


图1

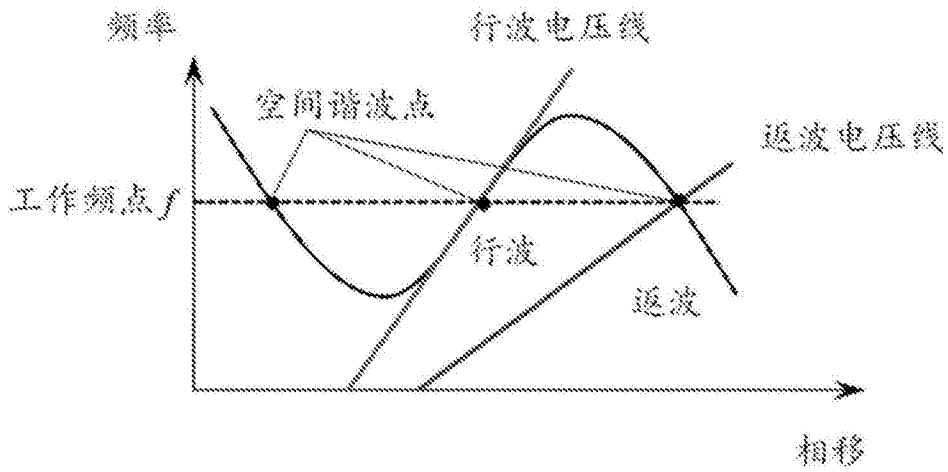


图2

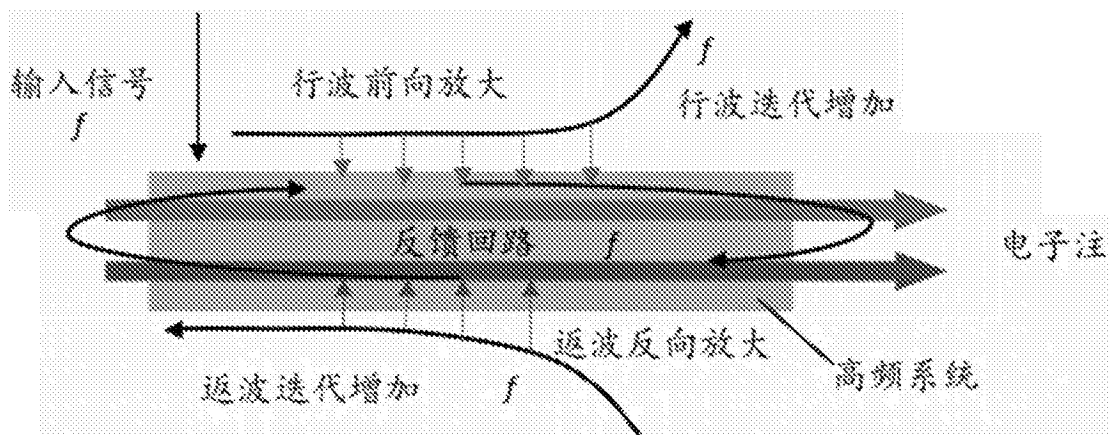


图3

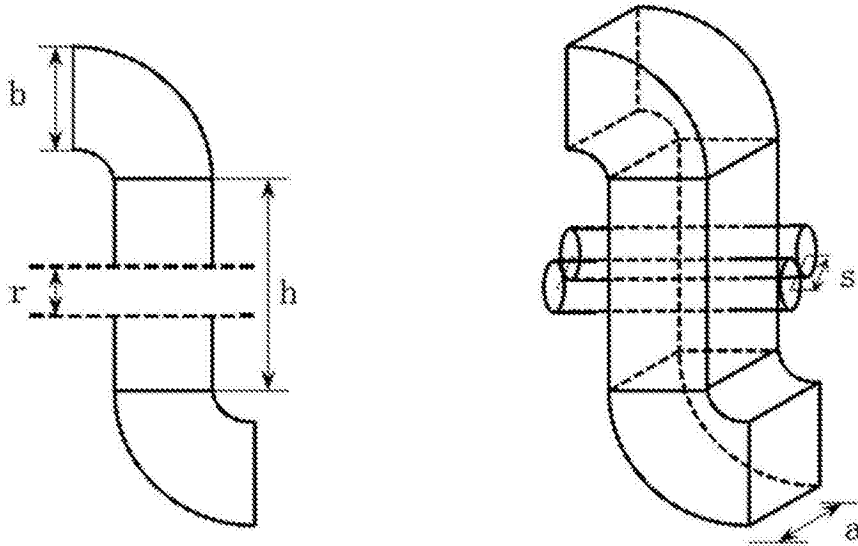


图4

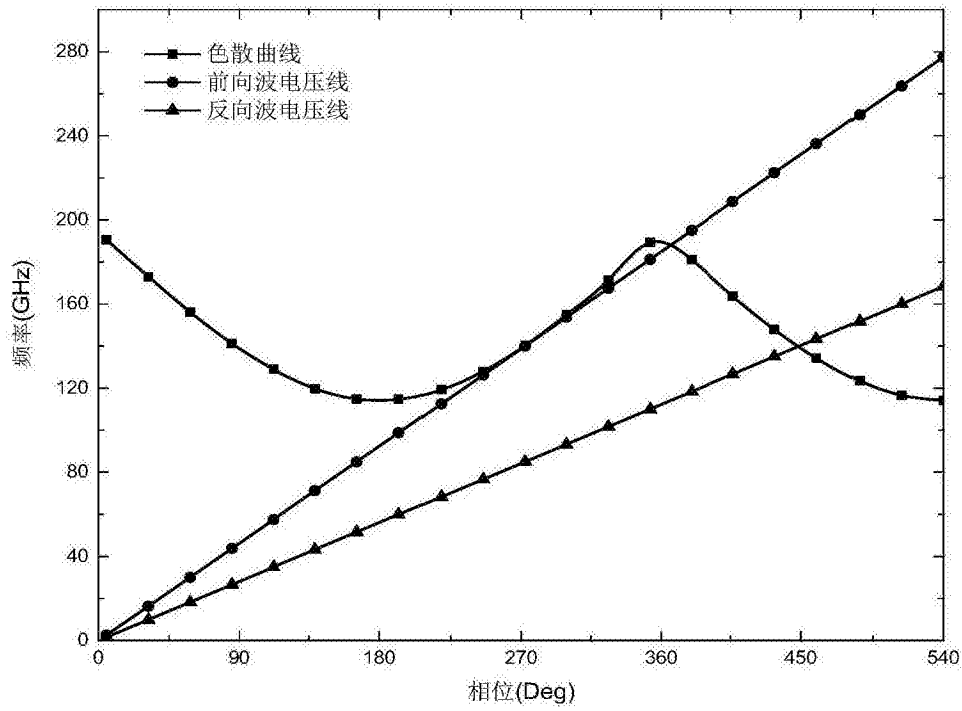


图5