(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
2017 年 8 月 24 日 (24.08.2017)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2017/140149 A1

(51) 国际专利分类号:
G02B 6/122 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2016/106688

(22) 国际申请日: 2016 年 11 月 21 日 (21.11.2016)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201610085847.3 2016 年 2 月 15 日 (15.02.2016) CN

(71) 申请人: 深圳大学 (SHENZHEN UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

(72) 发明人: 欧阳征标 (OUYANG, Zhengbiao); 中国广东省深圳市南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。 陈治良 (CHEN, Zhiliang); 中国广东省深圳市南山区南海大道 3688 号, Guangdong 518060 (CN)。

(74) 代理人: 深圳力拓知识产权代理有限公司 (SHENZHEN LITUO INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市南山区深南大道 10128 号南山软件园东塔楼 1701, Guangdong 518000 (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, JP, KE, KG, 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)。

[见续页]

(54) Title: TERAHERTZ-WAVE PULSE AMPLITUDE-MODULATION SIGNAL AND OPTICAL-PULSE AMPLITUDE-MODULATION SIGNAL CONVERSION AMPLIFIER

(54) 发明名称: 一种太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器

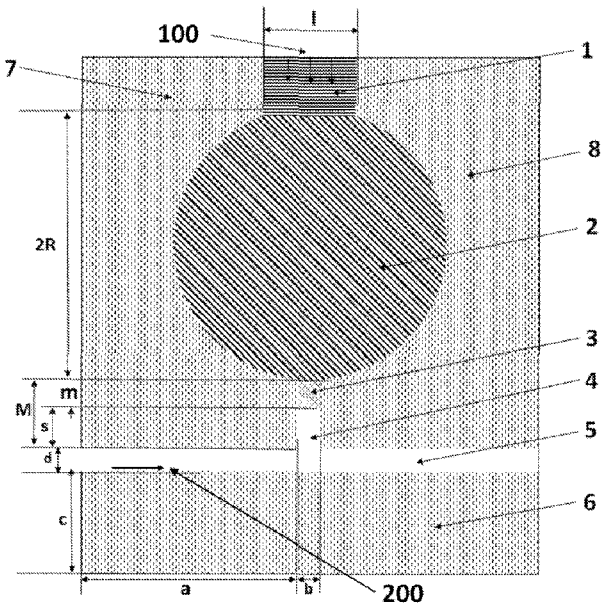


图 1

(57) Abstract: Provided is a terahertz-wave pulse amplitude-modulation signal and optical-pulse amplitude-modulation signal conversion amplifier, consisting of a rectangular chamber (1), an absorption chamber (2), a metal block (3), a vertical waveguide (4), a horizontal waveguide (5), three metal films (6, 7, 8), a terahertz wave (100), and a horizontally propagating reference light (200); said rectangular chamber (1) is located at the input end of the terahertz pulse wave, the incident end of said terahertz pulse wave is located on the upper end of the absorption chamber (2), and the absorption chamber (2) is connected to the vertical waveguide (4); said metal block (3) is arranged inside the vertical waveguide (4) and may move; the vertical waveguide (4) is connected to the horizontal waveguide (5); the output power of said reference light (200) corresponds one-to-one to the power of the input terahertz pulse wave. The amplifier converts a terahertz-pulse amplitude-modulation signal to an optical-pulse amplitude-modulation signal, reducing the cost of an apparatus for demodulating the terahertz-pulse amplitude-modulation signal.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/140149 A1

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器,它由一个矩形腔（1）、一个吸收腔（2）、金属块（3）、一个竖直波导（4）、一个水平波导（5）、三个金属膜（6、7、8）、一个太赫兹波（100）、一个水平传播的参考光（200）组成；所述矩形腔（1）位于太赫兹脉冲波输入端，所述太赫兹脉冲波的入射端位于吸收腔（2）的上端，所述吸收腔（2）和竖直波导（4）连接；所述金属块（3）设置于竖直波导（4）内，且可以移动；所述竖直波导（4）和水平波导（5）连接；所述参考光（200）的输出功率与输入太赫兹脉冲波的功率一一对应。该放大器将太赫兹脉冲幅度调制信号转化为光脉冲幅度调制信号，降低了太赫兹脉冲调幅信号的解调装置的成本。

一种太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器

技术领域

本发明涉及一种纳米尺度的太赫兹波-光波变换放大器件，尤其涉及一种基于导体-绝缘体-导体（MIM）结构的SPP太赫兹波脉冲调幅信号直转光脉冲调幅变换放大器。

背景技术

近年来，人们对电磁波谱之中各个波段的研究都有了长足的进展，而唯独在太赫兹波段（0.1THz-10THz），人们的研究还欠缺。与目前的无线通信相比，太赫兹波段占据了更丰富，更宽阔的频谱资源，这使其在未来的宽带无线通信领域有着巨大的潜力和广阔的应用前景。调幅波通信是一种常用的通信方式。在太赫兹调幅通信系统中，太赫兹调幅解调器是必不可少的器件。

目前在太赫兹波探测器的研究上已经取得进展，如热效应探测器、热敏电阻探测器、液氦冷却Si或者Ge热辐射测量仪、超导混频技术以及利用声子和电子散射冷却机制发展起来的热电子辐射计，这些技术可以对太赫兹波进行强度探测。利用频率基于远红外和微波之间的相干电磁脉冲作为探测源，再用光电导取样或自由空间的电光取样方法直接记录太赫兹辐射电场的振幅时间波形的太赫兹时域光谱技术既可以测得太赫兹波的振幅也可以得到相位信息。虽然这些技术各有所长，但是体积都过大，对工作环境的要求相当苛刻，且所得到的信号非常微弱，需要很高放大倍数的放大器，所以价格昂贵，不便

于实际应用。这就使得以传统的太赫兹波探测器为基础所构建的太赫兹调幅解调器体积过大，成本高，不利于实际应用。

基于表面等离子激元的波导却能突破衍射极限的限制，实现纳米尺度的光信息处理和传输。表面等离子激元是当电磁波入射到金属与介质分界面时，电磁波和金属表面的自由电子耦合形成的一种在金属表面传播的表面电磁波。根据表面等离子激元的性质，人们已经提出了很多基于表面等离子体结构的器件，例如滤波器、环形器、逻辑门、光开关等。这些器件在结构上都比较简单，非常便于光路集成。

发明内容

本发明的目的是克服现有技术的不足，提供一种便于集成的基于表面等离子激元波导的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号直接变换放大器。

为了解决上述存在的技术问题，本发明采用下述技术方案：

本发明的一种太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器由一个矩形腔、一个吸收腔、金属块、一个竖直波导、一个水平波导、三个金属膜、一个太赫兹波、一个水平传播的参考光组成；所述矩形腔位于太赫兹脉冲波输入端，所述太赫兹脉冲波的入射端位于吸收腔的上端，所述吸收腔和竖直波导连接；所述金属块设置于竖直波导内，且可以移动；所述竖直波导和水平波导连接；所述参考光的输出功率与输入太赫兹脉冲波的功率一一对应。

所述矩形腔内的物质为高透射率的物质。

所述高透射率的物质为硅、锗或砷化镓。

所述吸收腔内物质为高热膨胀系数的物质。

所述高膨胀系数的物质为酒精或水银。

所述吸收腔的形状为圆形、多边形、椭圆形或不规则形状。

所述金属为银。

所述水平波导 5 和竖直波导 4 为 MIM 结构的波导。

所述水平波导内的介质为空气。

所述太赫兹波为加载脉冲幅度信号的太赫兹波。

所述参考光为激光或相干光。

本发明的优点：

利用传统的光学探测器就可以将太赫兹波中的调制信号检测出来，将便于集成的基于表面等离子激元波导的太赫兹脉冲幅度调制信号直接转化为光脉冲幅度调制信号，极大降低了太赫兹脉冲调幅信号的解调装置的成本，具有广泛的应用价值。

由于光信号探测器的成本远小于太赫兹信号的探测成本，使系统的制作成本大为降低，且在转换过程中调制信号被大量放大，不需要额外的信号放大器来放大探测信号，进一步降低了系统的制作成本。

附图说明

图 1 是本发明太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器第一种实施例二维结构示意图。

图中：矩形腔 1　吸收腔 2　金属块 3　竖直波导 4 水平波导 5 金属膜 6　金属膜 7　金属膜 8　太赫兹波 水平传播的参考光 200

图 2 是图 1 所示三维结构示意图。

图 3 是太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器第二种实施例二维结构示意图。

图中：矩形腔 1　吸收腔 2　金属块 3　竖直波导 4 水平波导 5 金属膜 6　金属膜 7　金属膜 8　太赫兹波 100　水平传播的参考光 200

图 4 是图 3 所示的三维结构示意图。

图 5 是信号光输出功率与太赫兹波输入功率之间的关系图。

图 6 是信号光输出功率的数据拟合图。

图 7 是实施例 1 中太赫兹脉冲波的功率为 0.5nW 的输出波形变换图。

图 8 是实施例 1 中太赫兹脉冲波的功率为 1nW 的输出波形变换图。

图 9 是实施例 1 中太赫兹脉冲波的功率为 1.2nW 的输出波形变换图。

图 10 是实施例 2 中太赫兹脉冲波的功率为 0.5nW 的输出波形变换图。

图 11 是实施例 2 中太赫兹脉冲波的功率为 1nW 的输出波形变换图。

图 12 是实施例 2 中太赫兹脉冲波的功率为 1.2nW 的输出波形变换图。

具体实施方式

本发明具体结构及其实施例结合附图说明如下。

如图 1 和 2 所示（图 2 中省略了结构上面的封装介质），本发明的变换放大器由一个矩形腔 1、一个吸收腔 2（太赫兹波吸收腔）、金属块 3、一个竖直波导 4、一个水平波导 5、金属膜 6、7、8、一个太赫兹波 100、一个水平传播的参考光 200（表面等离子激元）组成；矩形腔 1 位于太赫兹脉冲波输入端，该矩形腔 1 内的物质为对控制光有高透射率的物质；高透射率的物质采用硅、锗或砷化镓，矩形腔宽度 l 采用 150nm-500nm 取值范围；太赫兹波 100 为加载脉冲幅度信号的太赫兹波，该太赫兹波本身是调制信号，是系统的输入信号；信号光中心波长采用 780nm 频带半宽采用 20nm 的频谱信号，太赫兹脉冲波的中心波长采用 3μ m；太赫兹脉冲波经过的周期为 T，脉宽为 t 的脉冲波调幅调制过的，调制过的太赫兹脉冲波的周期为 T，同样脉宽为 t，周期 T 采用 0.1μ s-3ms 取值范围，t 采用 T/4-T/2 取值范围；太赫兹脉冲波的周期 T 采用 3ms，脉宽 t 即为 1ms。参考光采用激光或其他相干光，吸收腔 2 和竖直波导 4 连接，该吸收腔 2（太赫兹脉冲吸收腔）内的物质为，太赫兹波具有高吸收系数，且高热膨胀系数的物质，所述高膨胀系数的物质采用酒精；吸收腔 2（太赫兹波吸收腔）采用圆形腔，半径为 R，其截面积采用 502655nm^2；金属块 3 设置于竖直波导 4 内，且可以移动，移动金属块 3 长度 m 采用 80nm-150nm 取值范围，以 125nm 长度为最佳，可移动金属块 3 距离水平波导 5 的距离 s 采用 0nm-150nm 距离范围，且由金属块 3 的位置确定，该金属块 3 采用金或银，最佳为银；竖直波导 4 和水平波导 5 连接，竖直波导 4 和水平波导 5 为 MIM 结构的波导，即 MIM 结构的波导为金属-

绝缘体-金属结构；金属采用金或银，金属采用银；绝缘体采用透明不导电的物质；透明不导电物质为空气、二氧化硅或硅；竖直波导 4 位于水平波导 5 的上端；竖直波导 4 宽度 b 采用 30nm-60nm 取值范围，以 35nm 宽度为最佳，竖直波导 4 长度 M 采用 200nm 以上值，以 300nm 长度为最佳；竖直波导 4 的左边缘到金属膜 6 左边缘的距离 a 采用 350nm-450nm 取值范围，以 400nm 为最佳。水平波导 5 宽度 d 采用 30nm-100nm 取值范围，以 50nm 宽度为最佳，水平波导 5 内的介质采用空气；水平波导 5 的下边缘距离金属膜 6 的边缘的距离 c 采用大于 150nm 的取值范围。

本发明通过太赫兹波来加热吸收腔内的酒精，使其膨胀推动可移动金属块 3 向水平波导 5 移动来改变竖直波导 4 内空气段的长度，从而改变参考光的透射率；可移动金属块 3 往下移动使其到水平波导 5 距离发生变化，信号光的透过率也就随之发生变化。参考光的输出功率与输入太赫兹脉冲波的功率一一对应，由此即可把参考光调制成光脉冲幅度信号。这样太赫兹脉冲幅度调制信号就完全转化为光脉冲幅度调制信号，并将调制信号放大。根据硅光探测器伏安特性又可将得到光脉冲的强度信息转化为电信号，这样非常便于信息的处理。当太赫兹波不通入吸收腔 2 时，在外界大气压的作用下，金属块 3 又会回到初始压力平衡的位置，方便下一个脉冲的到来。

本发明酒精的比热容是$C=2.4\times10^{3}J/kg\cdot℃$，体积膨胀系数为$\alpha_{ethanol}=1.1\times10^{-3}/℃$，在室温（20℃）时密度为$\rho=0.789g/cm^{3}$。

银的线膨胀系数为$\alpha_{Ag} = 19.5 \times 10^{-6}/℃$，相比于酒精的膨胀系数，在相同温度变化下银的膨胀可以忽略不计。

本发明酒精对太赫兹波吸收遵循 Beer-lambert 定律，吸收系数的定义如下：强度为I_0、频率为μ的单色激光，通过长度为l的吸收介质后，在出射端的光强为I，

$$I = I_0 e^{-\kappa l} \tag{1}$$

则κ就定义为吸收系数，由公式可以看出酒精溶液对太赫兹波能量的吸收量和光在酒精介质中的长度有关，所以为了让太赫兹脉冲波的能量尽可能被酒精吸收，就必须增加波在酒精内的传播距离，最终确定太赫兹脉冲波的入射端在吸收腔 2 的上端。当太赫兹脉冲波入射到酒精区域，酒精吸收太赫兹波的能量，温度升高体积变大，然后推动金属块 3 移动，从而改变信号光的透过率。最终实现将太赫兹脉冲调幅信号的信息转化为光脉冲调幅信号。

如图 3 和 4 所示（图中省略了结构上面的封装介质），本发明的变换放大器由一个矩形腔 1、一个吸收腔 2（太赫兹波吸收腔）、金属块 3、一个竖直波导 4、一个水平波导 5、金属膜 6、7、8、一个太赫兹波 100、一个水平传播的参考光 200（表面等离子激元）组成；矩形腔 1 位于太赫兹脉冲波输入端，该矩形腔 1 内的物质为对控制光有高透射率的物质；高透射率的物质采用硅、锗或砷化镓，矩形腔 1 宽度 1 可选 150nm-500nm 取值范围；太赫兹波 100 为加载脉冲幅度信号

的太赫兹波，该太赫兹波本身是调制信号，即系统的输入信号；信号光中心波长采用 780nm 频带半宽为 20nm 的频谱信号，太赫兹脉冲波的中心波长采用 3μ m；太赫兹脉冲波经过的周期为 T，脉宽为 t 的脉冲波调幅调制过的，调制的太赫兹脉冲波的周期为 T，同样脉宽为 t，周期 T 采用 0.1μ s-3ms 取值范围，t 采用 T/4-T/2 取值范围；太赫兹脉冲波的周期 T 采用 3ms，脉宽 t 即为 1ms。参考光采用激光或其他相干光，吸收腔 2 和竖直波导 4 连接，该吸收腔 2（太赫兹波吸收腔）内的物质为对太赫兹波具有高吸收系数且具有高热膨胀系数的物质，高膨胀系数的物质采用酒精，吸收腔 2（太赫兹波吸收腔）为六边形，边长为 r，其截面积采用 502655nm^2；金属块 3 设置于竖直波导 4 内，且可以移动，移动金属块 3 长度 m 采用 80nm-150nm 取值范围，以选用 125nm 长度最佳，可移动金属块 3 距离水平波导 5 的距离 s 采用 0nm-150nm 距离范围，且由金属块 3 的位置确定，该金属块 3 采用金或银，最佳为银；竖直波导 4 和水平波导 5 连接，竖直波导 4 和水平波导 5 为 MIM 结构的波导，即：MIM 结构的波导为金属-绝缘体-金属结构；金属采用金或银，绝缘体采用透明不导电的物质；透明不导电物质为空气、二氧化硅或硅；金属为银；竖直波导 4 位于水平波导 5 的上端；竖直波导 4 宽度 b 采用 30nm-60nm 取值范围，以 35nm 宽度为最佳，竖直波导 4 长度 M 采用 200nm 以上的值，以 300nm 长度为最佳，采用竖直波导 4 的左边缘到金属膜 6 左边缘的距离 a 采用 350nm-450nm 取值范围，以 400nm 为最佳。水平波导 5 宽度 d 采用 30nm-100nm 取值范围，以 50nm 宽度为最佳，水平波导 5 内的介

质采用空气；水平波导 5 的下边缘距离金属膜 6 的边缘的距离 c 采用大于 150nm 的取值范围。

本发明通过控制光来加热吸收腔内的酒精，使其膨胀推动可移动金属块 3 向水平波导 5 移动来改变竖直波导 4 内空气段的长度，从而改变信号光的透射率；可移动金属块 3 往下移动使其到水平波导 5 距离发生变化，信号光的透过率也就随之发生变化。信号光的输出功率与输入太赫兹脉冲波的功率一一对应，由此即可把信号光调制成光脉冲幅度信号。这样太赫兹脉冲幅度调制信号就完全转化为光脉冲幅度调制信号，并将调制信号放大。根据硅光探测器伏安特性又可将得到光脉冲的强度信息转化为电信号，这样就非常便于信息的处理了。当太赫兹波不在通入吸收腔时，在外界大气压的作用下，金属块 3 又会回到初始压力平衡的位置，方便下一个脉冲的到来。

如图 5 所示，太赫兹脉冲波入射到吸收腔内的时间为太赫兹脉冲的脉宽 t 的大小，即为 1ms。太赫兹脉冲波对吸收腔内的物质加热时间为 1ms，对于圆形腔和多边形腔由于太赫兹波在其内会多次反射，所以酒精对其的吸收设为完全吸收。根据酒精的参数以及结构的参数可以仿真计算出信号光的输出功率与太赫兹脉冲波输入功率之间的关系图，其中输入信号激光的功率为 1W。根据酒精的参数以及结构的参数可以仿真计算出信号光的输出功率与太赫兹脉冲波输入功率之间的关系图，其中输入信号激光的功率为 1W。

如图 6 所示，太赫兹脉冲波输入功率在 0.1nW-1.45nW 时，输入和输出基本是线性关系。信号光输出功率的数据拟合图。将此段数据

处理并做线性拟合可以得到图 6 的关系图，即信号光输出功率的数据拟合图。调制转换器的放大系数定义如下：

$$\Delta = \frac{\Delta P_{out}}{\Delta P_{in}} \tag{2}$$

从数据和图，再根据公式 2 可以得出转换放大系数为 0.4575×10^{9} 倍。这样太赫兹脉冲幅度信号就完全转化为光脉冲幅度信号，而且转化这样对于光的探测是很方便的，根据硅光探测器伏安特性又可将得到光脉冲的强度信息转化为电信号，这样就非常便于信息的处理了。

实施例 1

本实施例中，入射太赫兹脉冲调幅信号强度为 0.5nW。采用图 1、2 结构，利用二维数值模拟得到此时的参考光输出功率为 0.25W，如图 7 所示的波形变换图。

实施例 2

本实施例中，入射太赫兹脉冲调幅信号强度为 1nW。采用图 1、2 结构，利用二维数值模拟得到此时的参考光输出功率为 0.47W，如图 8 所示的波形变换图。

实施例 3

本实施例中，入射太赫兹脉冲调幅信号强度为 1.2nW。采用图 1、2 结构，利用二维数值模拟得到此时的参考光输出功率为 0.57W，如图 9 所示的波形变换图。

实施例 4

本实施例中，入射太赫兹脉冲调幅信号强度为 0.5nW。采用图 3、4 结构，利用二维数值模拟得到此时的参考光输出功率为 0.25W，如

图 10 所示的波形变换图。

实施例 5

本实施例中，入射太赫兹脉冲调幅信号强度为 1nW。采用图 3、4 结构，利用二维数值模拟得到此时的参考光输出功率为 0.47W，如图 11 所示的波形变换图。

实施例 6

本实施例中，入射太赫兹脉冲调幅信号强度为 1.2nW。采用图 3、4 结构，利用二维数值模拟得到此时的参考光输出功率为 0.57W，如图 12 所示的波形变换图。

尽管本专利已介绍了一些具体的实例，只要不脱离本脱离本专利权利要求所规定的精神，各种更改对本领域技术人员来说是显而易见的。

权利要求书

1. 一种太兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：它由一个矩形腔、一个吸收腔、金属块、一个竖直波导、一个水平波导、三个金属膜、一个太赫兹波、一个水平传播的参考光组成；所述矩形腔位于太赫兹脉冲波输入端，所述太赫兹脉冲波的入射端位于吸收腔的上端，所述吸收腔和竖直波导连接；所述金属块设置于竖直波导内，且可以移动；所述竖直波导和水平波导连接；所述参考光的输出功率与输入太赫兹脉冲波的功率一一对应。

2. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述矩形腔内的物质为高透射率的物质。

3. 按照权利要求 2 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述高透射率的物质为硅、锗、砷化镓。

4. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述吸收腔内物质为高热膨胀系数的物质。

5. 按照权利要求 4 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述高膨胀系数的物质为酒精或水银。

6. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述吸收腔的形状为圆形、多边形、椭圆形或者不规则形状。

7. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅

信号变换放大器，其特征在于：所述金属为银。

8. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述水平波导和竖直波导为 MIM 结构的波导。

9. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述水平波导内的介质为空气。

10. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述太赫兹波为加载脉冲幅度信号的太赫兹波。

11. 按照权利要求 1 所述的太赫兹波脉冲调幅信号与光脉冲调幅信号变换放大器，其特征在于：所述参考光为激光或相干光。

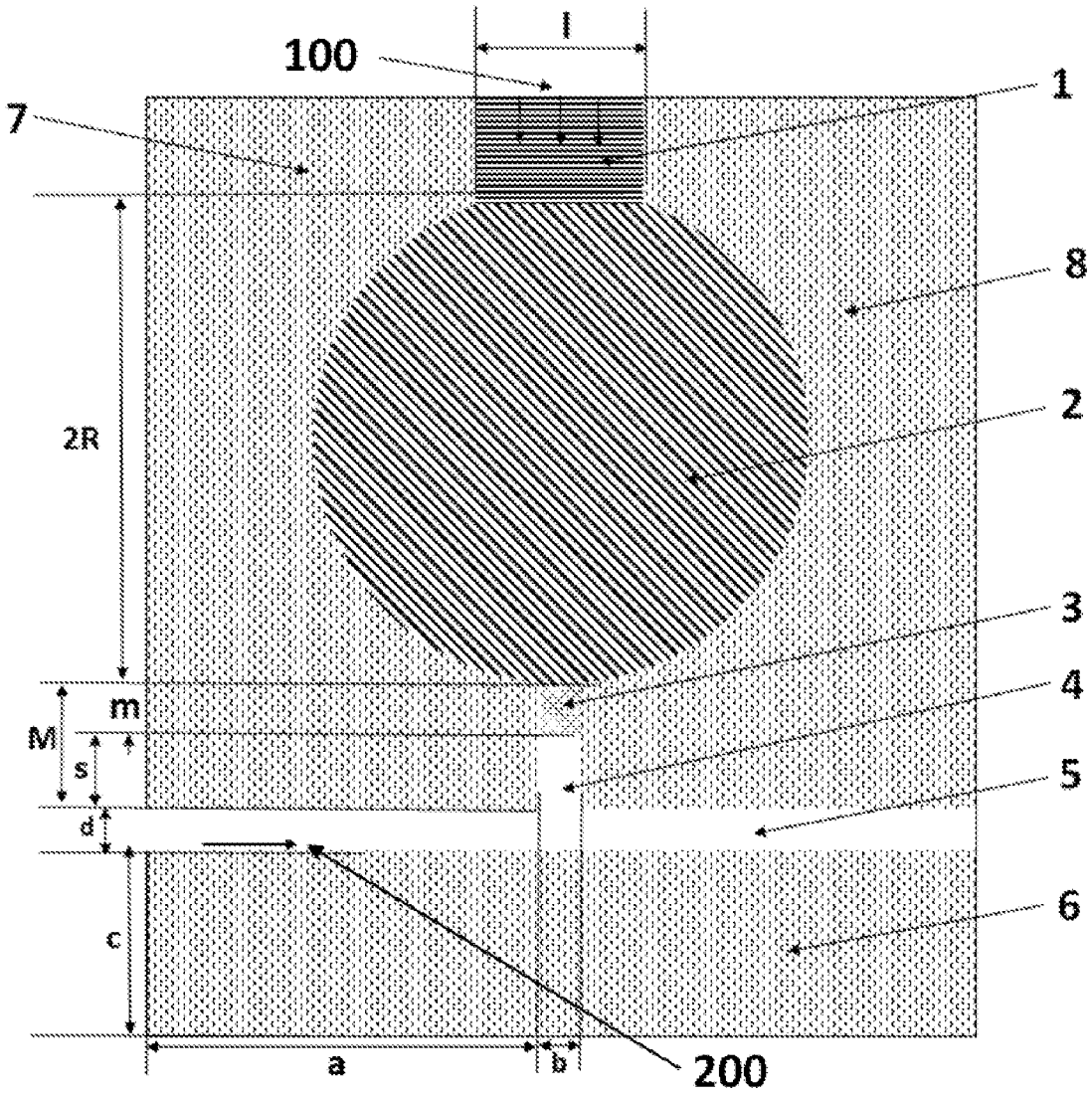


图 1

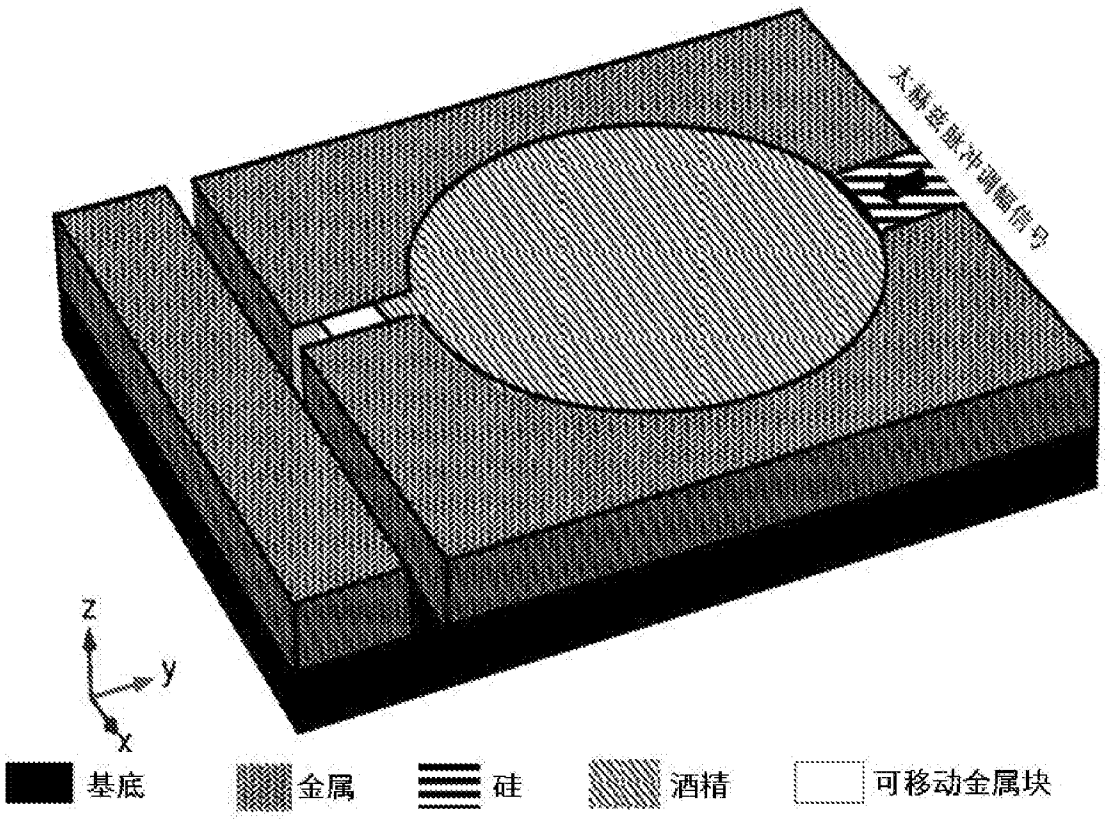


图 2

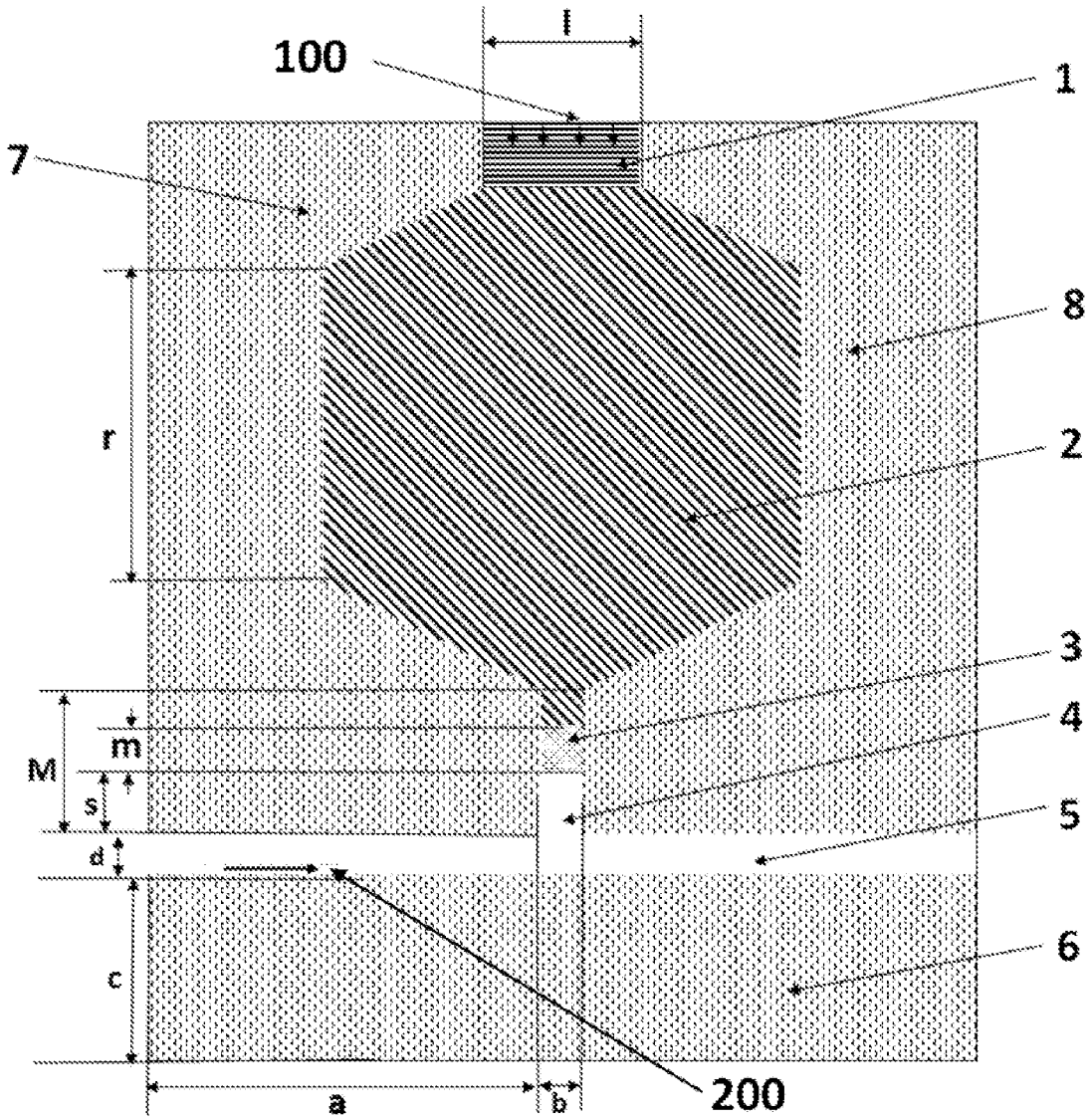


图 3

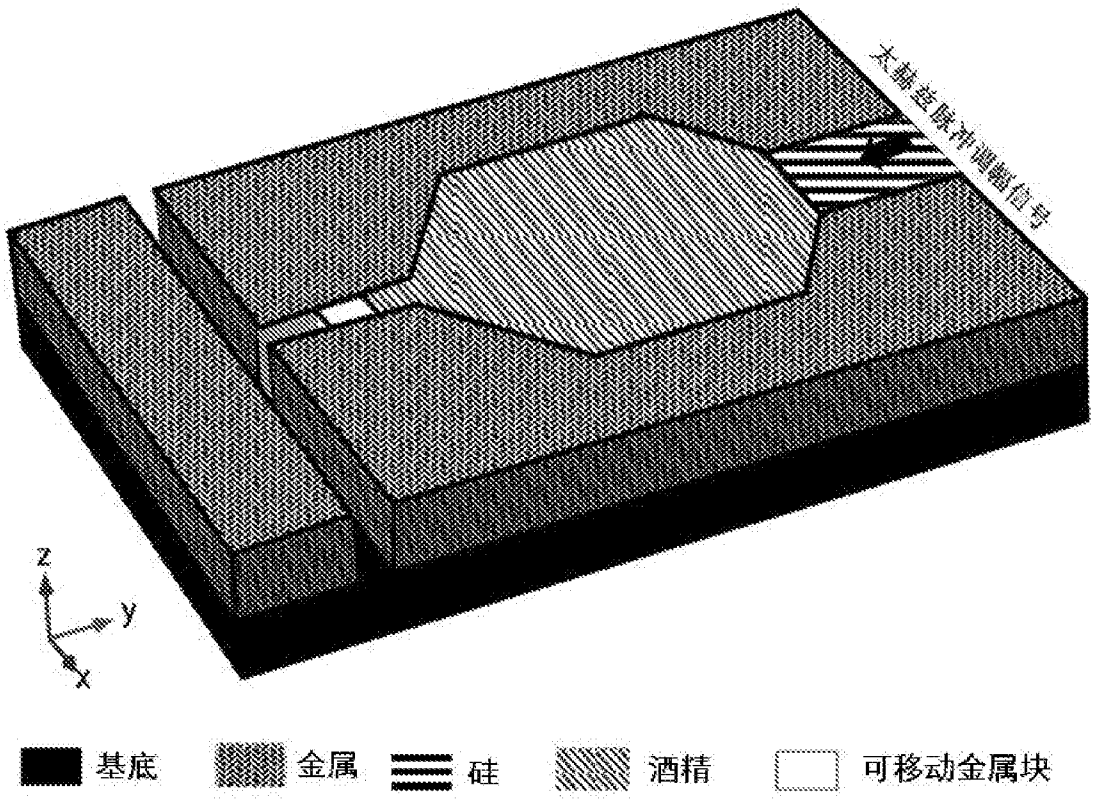


图 4

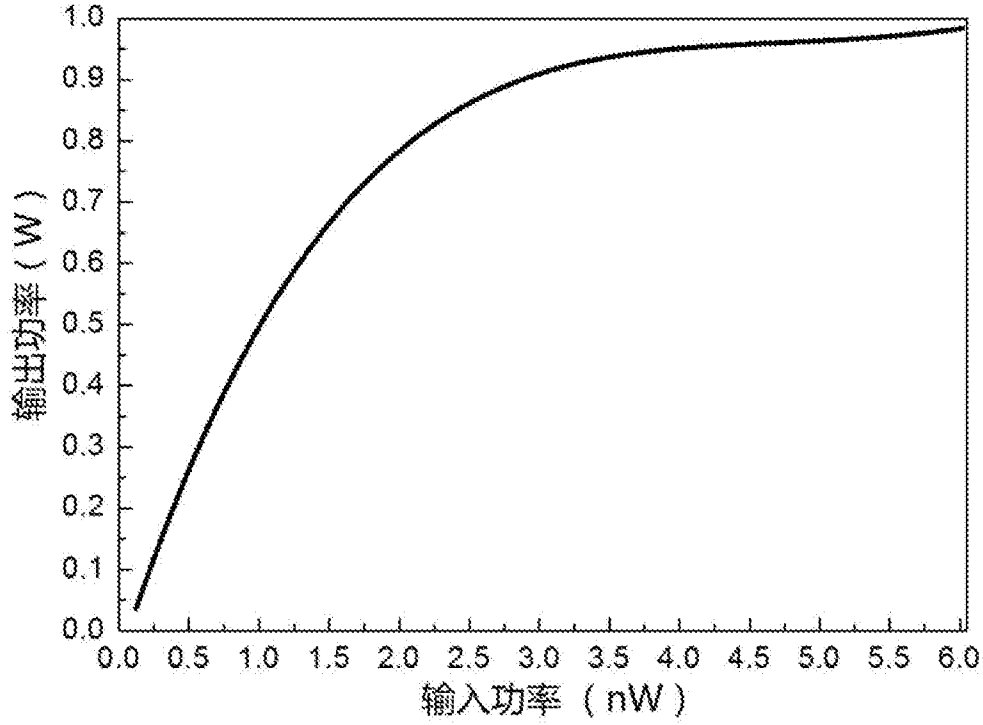

输出功率（W）
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0.0 0.5 1.0 1.5 2.0 2.5 3.0 3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0
输入功率（nW）

图 5

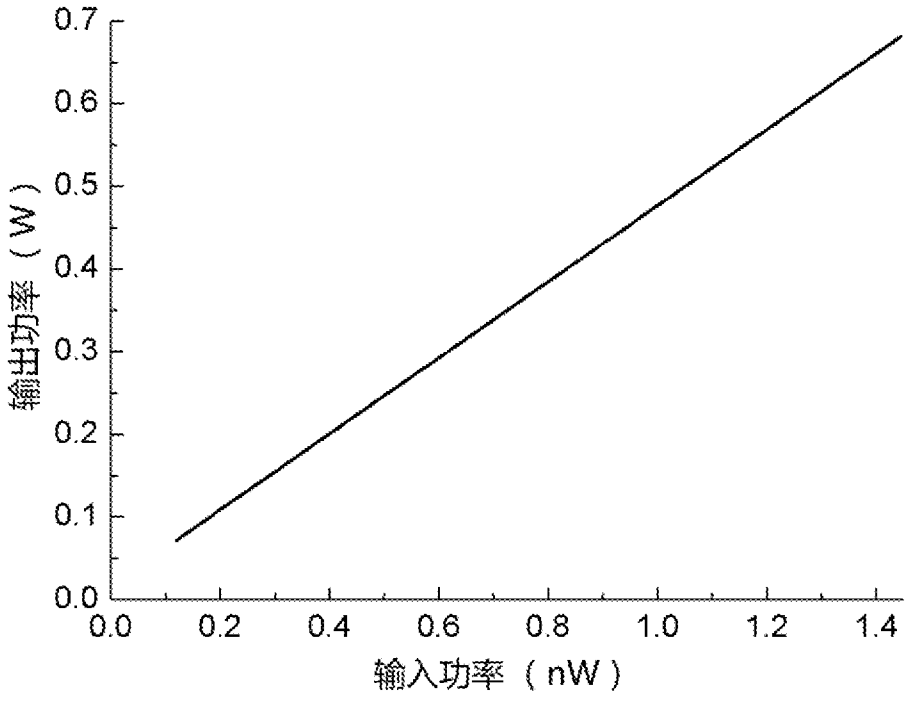

输出功率（W）
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4
输入功率（nW）

图 6

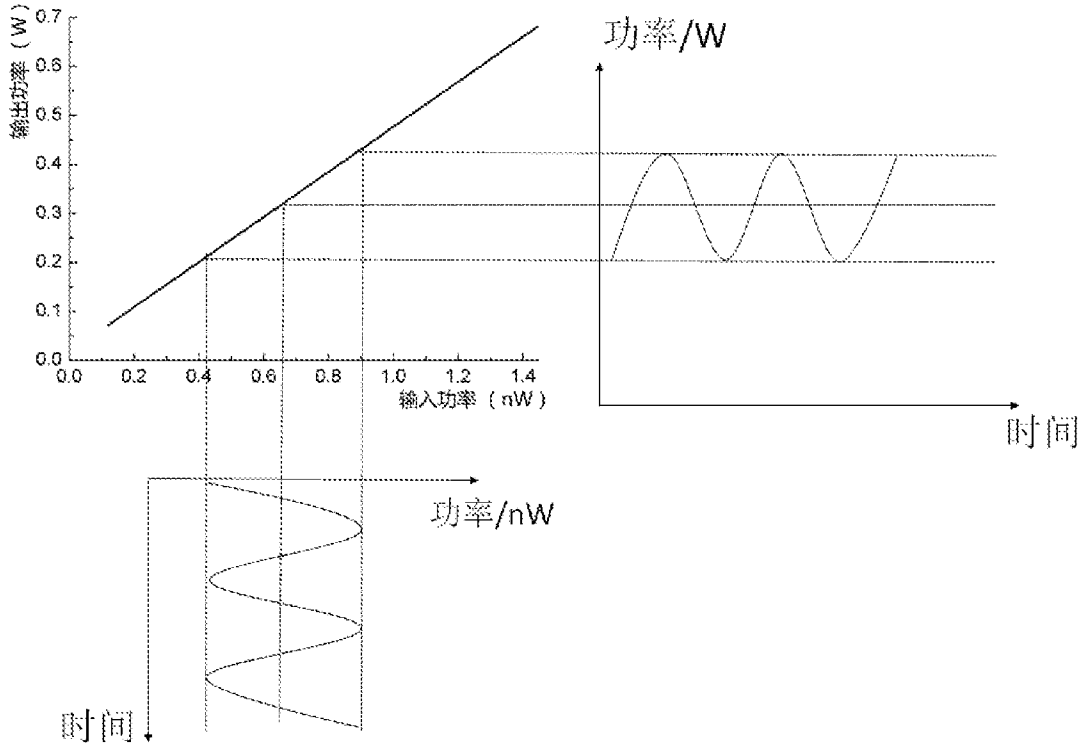

输出功率（W）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
输入功率（nW）
功率/W
时间
功率/nW
时间

图 7

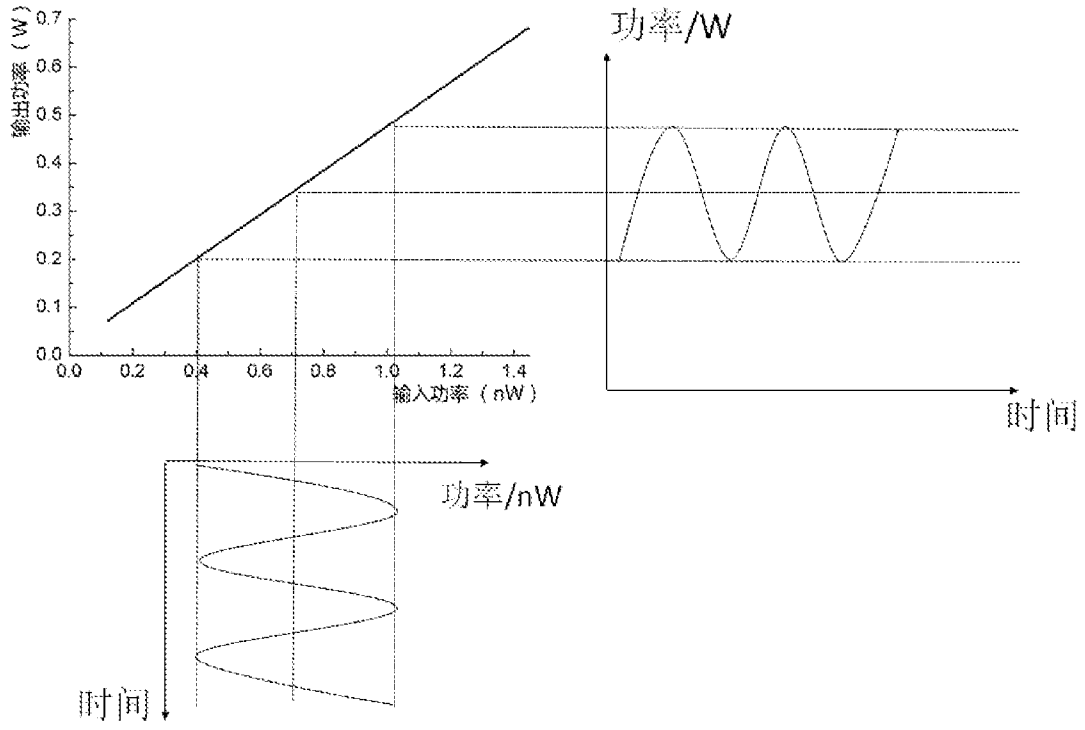

输出功率（W）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
输入功率（nW）
功率/W
时间
功率/nW
时间

图 8

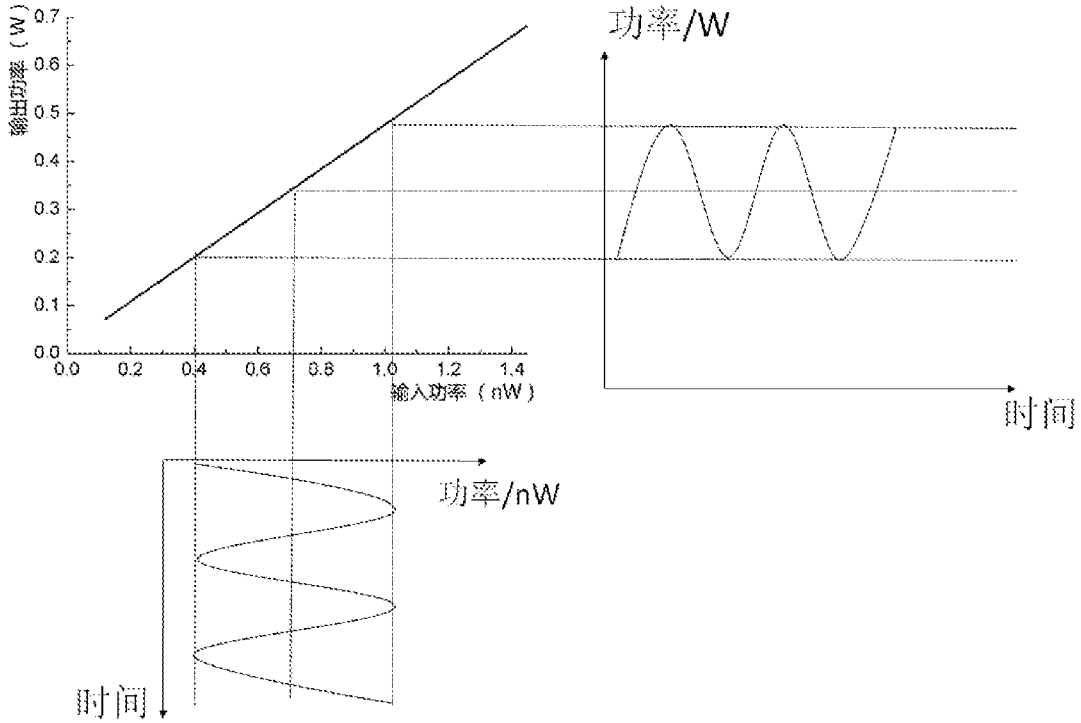

输出功率（W）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
输入功率（nW）
功率/W
时间
功率/nW
时间

图 9

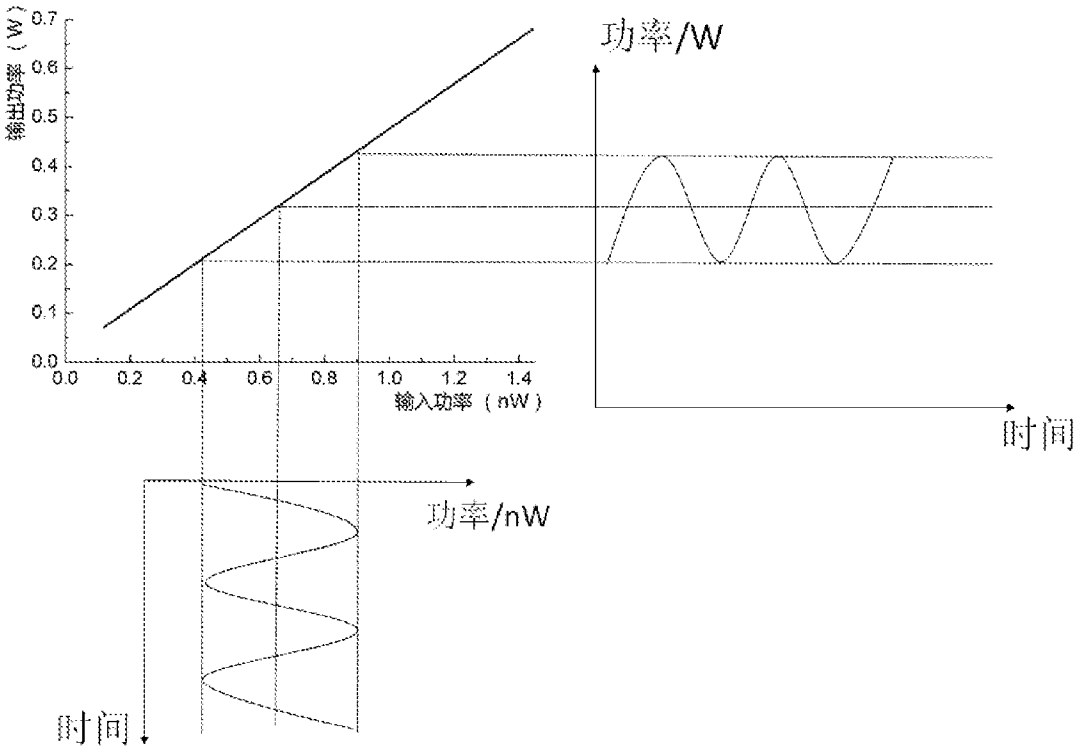

输出功率（W）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
输入功率（nW）
功率/W
时间
功率/nW
时间

图 10

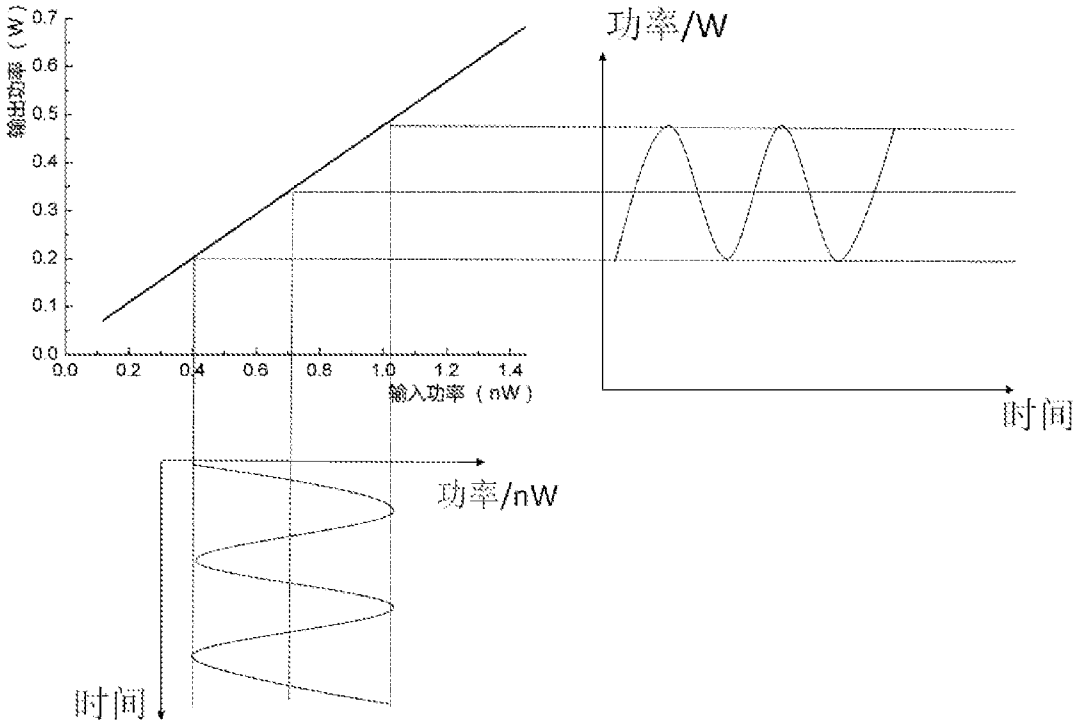

输出功率（W）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
输入功率（nW）
功率/W
时间
功率/nW
时间

图 11

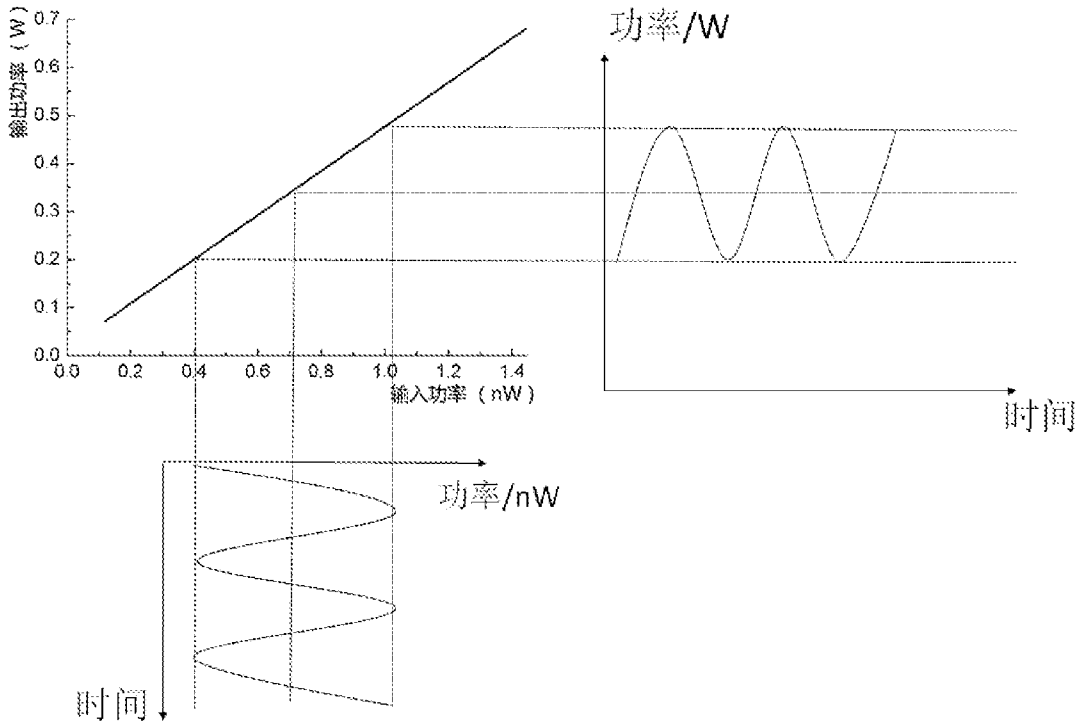

输出功率（W）
0.0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.0
0.2
0.4
0.6
0.8
1.0
1.2
1.4
输入功率（nW）
功率/W
时间
功率/nW
时间

图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/106688

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 6/122 (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)

G02B

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)

CNKI, CNPAT, EPODOC, WPI: SHENZHEN UNIVERSITY; OUYANG, Zhengbiao; CHEN, Zhiliang; strength, amplitude, optical waveguide, terahertz, Thz, optical, laser?, pulse?, cavity, resona+, modulat+ 1d amplitude, amplif+, magnif+, transform+, plasm?, plasma, plasmon?, SSP?, waveguid+, (optic?? or light or wave) 1d (guid+ or conduct+ or pipe?)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 203444187 U (INSTITUTE OF FLUID PHYSICS, CHINA ACADEMY OF ENGINEERING PHYSICS), 19 February 2014 (19.02.2014), description, paragraphs [0047]-[0091], and figures 1-5	1-11
PX	CN 105572797 A (OUYANG, Zhengbiao), 11 May 2016 (11.05.2016), claims 1-11	1-11
A	CN 102096269 A (NANJING UNIVERSITY OF POSTS AND TELECOMMUNICATIONS), 15 June 2011 (15.06.2011), the whole document	1-11
A	CN 104267455 A (JIANGNAN UNIVERSITY), 07 January 2015 (07.01.2015), the whole document	1-11
A	CN 104466617 A (SUZHOU INSTITUTE OF NANO-TECH AND NANO-BIONICS (SINANO), CAS), 25 March 2015 (25.03.2015), the whole document	1-11

☒ 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
11 January 2017 (11.01.2017)	**04 February 2017 (04.02.2017)**
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer **FANG, Yuanfeng** Telephone No.: (86-10) **62413825**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2016/106688

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014183441 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE), 03 July 2014 (03.07.2014), the whole document	1-11
A	US 2014001379 A1 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY), 02 January 2014 (02.01.2014), the whole document	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2016/106688

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 203444187 U	19 February 2014	None	
CN 105572797 A	11 May 2016	None	
CN 102096269 A	15 June 2011	CN 102096269 B	28 November 2012
CN 104267455 A	07 January 2015	None	
CN 104466617 A	25 March 2015	DE 112014004277 T5	16 June 2016
		JP 2016536806 A	24 November 2016
		US 2016233379 A1	11 August 2016
		WO 2015039618 A1	26 March 2015
US 2014183441 A1	03 July 2014	US 9130082 B2	08 September 2015
		KR 20140084866 A	07 July 2014
US 2014001379 A1	02 January 2014	US 9231226 B2	05 January 2016
		KR 101175699 B1	21 August 2012
		WO 2012124883 A1	20 September 2012

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2016/106688

A. 主题的分类

G02B 6/122(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)

G02B

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））

CNKI,CNPAT,EPODOC,WPI：深圳大学, 欧阳征标,陈治良,太赫兹,光学,激光,脉冲, 腔,共振,谐振,调幅,强度,幅度,幅值,放大,放大器,变换,等离子,等离,波导,光波导,导光,光导,terahertz,Thz,optical,laser?,pulse?,cavity, resona+,modulat+ 1d amplitude, amplif+,magnif+,transform+,plasm?,plasma,plasmon?,SSP?,waveguid+, (optic?? or light or wave) 1d (guid+ or conduct+ or pipe?)

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	CN 203444187 U (中国工程物理研究院流体物理研究所) 2014年 2月 19日 (2014-02-19) 说明书第【0047】-【0091】段、附图1-5	1-11
PX	CN 105572797 A (欧阳征标) 2016年 5月 11日 (2016-05-11) 权利要求1-11	1-11
A	CN 102096269 A (南京邮电大学) 2011年 6月 15日 (2011-06-15) 全文	1-11
A	CN 104267455 A (江南大学) 2015年 1月 7日 (2015-01-07) 全文	1-11
A	CN 104466617 A (中国科学院苏州纳米技术与纳米仿生研究所) 2015年 3月 25日 (2015-03-25) 全文	1-11

☑ 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
2017年 1月 11日	2017年 2月 4日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局(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 房元锋 电话号码 (86-10)62413825

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2009年7月)

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 2014183441 A1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 2014年 7月 3日 (2014-07-03) 全文	1-11
A	US 2014001379 A1 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 2014年 1月 2日 (2014-01-02) 全文	1-11

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/106688

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	203444187	U	2014年 2月 19日	无			
CN	105572797	A	2016年 5月 11日	无			
CN	102096269	A	2011年 6月 15日	CN	102096269	B	2012年 11月 28日
CN	104267455	A	2015年 1月 7日	无			
CN	104466617	A	2015年 3月 25日	DE	112014004277	T5	2016年 6月 16日
				JP	2016536806	A	2016年 11月 24日
				US	2016233379	A1	2016年 8月 11日
				WO	2015039618	A1	2015年 3月 26日
US	2014183441	A1	2014年 7月 3日	US	9130082	B2	2015年 9月 8日
				KR	20140084866	A	2014年 7月 7日
US	2014001379	A1	2014年 1月 2日	US	9231226	B2	2016年 1月 5日
				KR	101175699	B1	2012年 8月 21日
				WO	2012124883	A1	2012年 9月 20日