

(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
2012 年 12 月 6 日 (06.12.2012)



(10) 国际公布号
WO 2012/162972 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01P 1/203 (2006.01) *H01P 7/08* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2011/079300
- (22) 国际申请日: 2011 年 9 月 2 日 (02.09.2011)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201110142278.9 2011 年 5 月 27 日 (27.05.2011) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): **华南理工大学 (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY)** [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): **章秀银 (ZHANG, Xiuyin)** [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。**胡斌杰 (HU, Binjie)** [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号,

Guangdong 510640 (CN)。**李园春 (LI, Yuanchun)** [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。**黄勋 (HUANG, Xun)** [CN/CN]; 中国广东省广州市天河区五山路 381 号, Guangdong 510640 (CN)。

(74) 代理人: **广州粤高专利商标代理有限公司 (YOGO PATENT & TRADEMARK AGENCY LIMITED COMPANY)**; 中国广东省广州市天河区体育西路中石化大厦 B 塔 3912 室, Guangdong 510620 (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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。

[见续页]

(54) Title: BALANCED RADIO FREQUENCY ELECTRICALLY TUNABLE BAND-PASS FILTER WITH CONSTANT ABSOLUTE BANDWIDTH

(54) 发明名称: 具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器

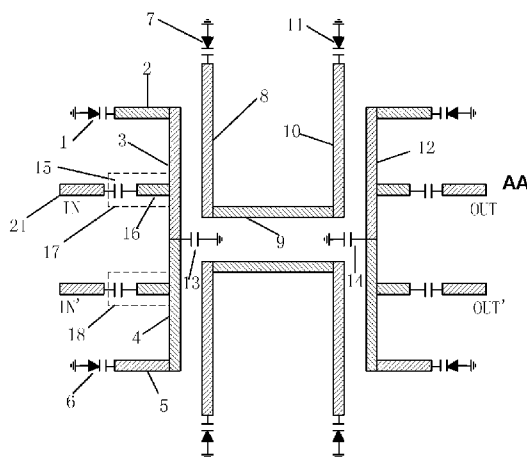


图 1 / Fig. 1

(57) Abstract: Disclosed in the present invention is a balanced radio frequency electrically tunable band-pass filter with constant absolute bandwidth. The band-pass filter comprises a micro strip structure at an upper layer, a medium substrate at a middle layer and grounding metal at a lower layer. The micro strip structure at the upper layer adopts a balanced circuit and comprises four half-wavelength resonators, two input feed networks, two output feed networks, two input ports and two output ports; each of the four half-wavelength resonators comprises a micro strip and a variable capacitance diode with two connected ends; capacitors are loaded at the middles of the first half-wavelength resonator and the third half-wavelength resonator; the second half-wavelength resonator and the fourth half-wavelength resonator are bent and arranged symmetrically; and the whole filter structure is in mirror symmetry. The balanced radio frequency electrically tunable band-pass filter provided by the invention realizes constant absolute bandwidth during centre frequency tuning and can restrain common mode interference and can be used for a reconstructed radio frequency front end of wireless communication.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2012/162972 A1



(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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, 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))。

本发明公开具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器。该带通滤波器由上层的微带结构, 中间层介质基板和下层的接地金属组成。上层微带结构采用平衡电路, 包括四个半波长谐振器、两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口和两个输出端口; 四个半波长谐振器都由微带线和两端连接的变容二极管组成; 第一半波长谐振器和第三半波长谐振器中间均加载电容; 第二半波长谐振器和第四半波长谐振器弯折对称排布; 整个滤波器结构镜像对称。本发明的平衡式射频电调滤波器实现中心频率调谐时带宽绝对恒定、能抑制共模干扰, 可用于无线通信的可重构射频前端。

说明书

发明名称：具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器

[1] 技术领域

[2] 本发明涉及中心频率可调的平衡式射频电调带通滤波器，具体涉及一种可应用
在多频带、宽频带和可重构射频前端系统中的具有恒定绝对带宽的平衡式射频
电调带通滤波器。

[3] 背景技术

[4] 现代超宽带雷达和无线通信要求采用高性能的可重构射频前端。例如在认知无
线电体系中，为了充分利用和融合各种不同的无线信道和标准，射频前端需要
工作在不同的频率上，这就需要中心频率可调谐的可重构射频前端。射频电调
带通滤波器是可重构射频前端的重要组成部分，因此日益受到重视。在这个方
面，目前已经有一些研究报道，多种不同的调谐器件也已经被使用，例如半导
体变容二极管、射频微机电系统（RF MEMS）电容管以及铁电薄膜材料变容管
等。

[5] 不管采用哪种调谐器件，射频电调带通滤波器所面临的问题，主要包括：

[6] （1）例如当调谐通带的中心频率时，通带的绝对带宽也会随之发生变化，而
在很多应用中无线信道的绝对带宽是恒定不变的，因此我们需要在调谐中心频
率的时候使通带的绝对带宽保持恒定不变。

[7] （2）系统周围环境噪声的干扰。环境噪声的存在导致滤波器的性能下降，从
而影响到射频前端的整体性能。因此必须采取一些抑制环境噪声的方法。

[8] 针对中心频率调谐时带宽恒定的问题，目前已经提出了一些方法。根据'M.
Sanchez-Renedo, R. Gomez-Garcia, J. I. Alonso, and C. Briso-Rodriguez, *Tunable
comblne filter with continuous control of center frequency and bandwidth*, IEEE
Trans. Microw. Theory Tech., vol. 53, no. 1, pp. 191-199, Jan, 2005. '所提供的分析可
知，通过在谐振器之间插入介质来控制耦合系数，从而能够满足带宽恒定。根
据' S. J. Park, and G. M. Rebeiz, *Low-loss two-pole tunable filters with three different
predefined bandwidth characteristics*, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 56, no.

5, pp. 1137-1148, May, 2008. '所提供的分析可知, 采用独立的电耦合和磁耦合机制来控制耦合系数的变化, 能够实现特定的带宽特性。根据' M. A. El-Tanani, and G. M. Rebeiz, *High-Performance 1.5-2.5-GHz RF-MEMS Tunable Filters for Wireless Applications*, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 58, no. 6, pp. 1629-1637, Jun, 2010. '所提供的分析可知, 采用电磁混合耦合机制同样能够满足带宽恒定。然而上面所提出的方法都是单端口电路, 对于环境噪声的抑制基本无能为力。

[9] 平衡结构电路对环境噪声有较好的抑制效果, 因此平衡电路在现代通信系统中得到广泛应用。当前大部分的研究主要集中在阻带扩展、共模抑制、拓宽通带或者使用差模响应获得双频带。根据'

[10] J. Shi, and Q. Xue, *Balanced Bandpass Filters Using Center-Loaded Half-Wavelength Resonators*, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 58, no. 4, pp. 970-977, Apr, 2010.

[11] '所提供的分析可知, 中间加载电阻的方式可以吸收共模信号。但上面所述的平衡式滤波器设计都是频率不可调的。到目前为止还没有任何研究报告是关于具有绝对带宽控制和共模抑制特性的平衡式射频电调滤波器。

[12] 发明内容

[13] 为了达到恒定绝对带宽, 并对环境噪声这类共模信号进行抑制, 本发明提供了具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器, 该平衡式带通滤波器不仅中心频率调谐时绝对带宽恒定, 而且对共模信号具有很好的抑制作用。

[14] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

[15] 具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器, 包括上层的微带结构, 中间层介质基板和下层的接地金属; 上层微带结构附着在中间层介质板上表面, 中间层介质板下表面为接地金属; 上层微带结构包括四个半波长谐振器、两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口和两个输出端口, 两个输入端口分别与两个输入馈电网络连接, 两个输出端口分别与两个输出馈电网络连接, 两个输入馈电网络以抽头线方式分别与第一半波长谐振器相接, 第一半波长谐振器再分别与第二半波长谐振器和第四半波长谐振器相接, 第二半波长谐振

器和第四半波长谐振器再分别与第三半波长谐振器耦合，第三半波长谐振器再以抽头线方式分别与两个输出馈电网络相接，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中间均加载有用于吸收共模信号的不同大小的电容，上述所有半波长谐振器的两端均有变容二极管。

- [16] 上述的具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器中，所述第一半波长谐振器由第一变容二极管、第一微带线、第二微带线、第三微带线、第四微带线和第二变容二极管顺次连接构成，第一变容二极管和第二变容二极管的阳极均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连，第三半波长谐振器与第一半波长谐振器结构相同；第二半波长谐振器由第三变容二极管、第五微带线、第六微带线、第七微带线、第四变容二极管顺次连接构成，第三变容二极管和第四变容二极管的阳极均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连，第四半波长谐振器与第二半波长谐振器结构相同且位于第一半波长谐振器和第三半波长谐振器之间；第二半波长谐振器的第五微带线和第一半波长谐振器的第二微带线平行设置构成级间耦合结构；第二半波长谐振器的第七微带线和第三半波长谐振器的第十微带线平行设置构成级间耦合结构；上述四个半波长谐振器排布成左右、上下均对称的结构；两个输入馈电网络中的第一输入馈电网络由第一电容、第八微带线顺次连接构成，第八微带线另一端以抽头线方式接到第一半波长谐振器的第二微带线上；第二输入馈电网络的结构与第一输入馈电网络相同；两个输入端口中的第一输入端口由第九微带线构成，第九微带线与第一输入馈电网络的第一电容始端连接，第二输入端口与第一输入端口结构相同，两个输入馈电网络与两个输出馈电网络结构相同，两个输入端口和两个输出端口结构相同；两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口、两个输出端口和上述四个半波长谐振器一起排布成左右、上下均对称的结构。

- [17] 上述具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器中，所述电容另一端均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连。

- [18] 所述的具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，当第一输入端口和第二输入端口输入差模信号时，整个滤波器在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中点所在的直线位置上形成一个电隔离墙。由于这种结构在谐振器之间

的耦合主要是电耦合，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器在中间位置没有电流，接在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器中间加载的所述电容可以忽略，因此在差模激励下，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器等效为两个相同的四分之一波长的谐振器，同时和第二半波长谐振器耦合形成带通滤波器结构；当第一输入端口和第二输入端口输入共模信号时，整个滤波器在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中点所在的直线位置上形成一个磁隔离墙。第一半波长谐振器和第三半波长谐振器在中间位置有电流流通，接在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器中间加载的所述电容上有电流流通。第一半波长谐振器和第三半波长谐振器等效的两个四分之一波长的谐振器需要考虑中间加载的所述电容。由于第一半波长谐振器和第三半波长谐振器上的中间加载的所述电容不一样，实际工作等效的两个四分之一波长谐振器的谐振频率不同，使得共模信号不能通过，达到抑制的效果。所述全部输入输出馈电网络采用抽头线馈电方式，能得到更好的外部品质因数；在耦合区域采用电磁混合耦合机制能够满足恒定绝对带宽。

- [19] 为进一步实现本发明目的，所述具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器的第一微带线长度为10.2mm，宽度为0.8mm，第二微带线长度为18.7mm，第五微带线长度为24.1mm，宽度为0.8mm，第六微带线长度为10.4mm，第八微带线长度为3.3mm，宽度为0.6mm，第一电容大小为7pF，第一半波长谐振器中间加载的所述电容大小为20pF，第三半波长谐振器中间加载的所述电容大小为7pF，第二微带线和第五微带线之间的距离为0.6mm。
- [20] 与现有技术相比，本发明采用新型的平衡结构和半波长谐振器级间耦合结构，中心频率调谐时绝对带宽带宽保持恒定且能很好的抑制共模干扰信号的电调带通滤波器。总体上具有如下优点和效果：
- [21] （1）由于使用平衡结构设计，该带通滤波器对于差模信号能正常工作，而对于共模信号则有较好的抑制作用，因此对于环境噪声这类干扰具有免疫功能。实施例中实测的共模抑制水平都超过-23dB。
- [22] （2）通过对输入馈电网络以及级间耦合方式的设置，可以实现在中心频率调谐时相对带宽或者绝对带宽的恒定，能够满足不同应用需求。

- [23] 附图说明
- [24] 图1是具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器ABW的原理图。
- [25] 图2a是ABW差模等效电路。
- [26] 图2b是ABW共模等效电路。
- [27] 图3a是ABW差模情况下的等效四分之一波长谐振器。
- [28] 图3b是ABW差模情况下的等效半波长谐振器。
- [29] 图4是图3a中四分之一波长谐振器谐振频率、电容值和微带线长度的关系。
- [30] 图5是图3b中半波长谐振器谐振频率、电容值和微带线长度的关系。
- [31] 图6是ABW共模等效电路。
- [32] 图7是ABW共模情况下第一谐振器的等效四分之一波长谐振器。
- [33] 图8a是ABW的差模传输特性曲线。
- [34] 图8b是ABW的差模回波损耗曲线。
- [35] 图8c是ABW的共模传输特性曲线。
- [36] 具体实施方式
- [37] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明，但本发明要求保护的范围并不局限于下列表述的范围。
- [38] 如图1所示，具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，其特征在于包括上层的微带结构，中间层介质基板和下层的接地金属；上层微带结构附着在中间层介质板上表面，中间层介质板下表面为接地金属；上层微带结构包括四个半波长谐振器、两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口和两个输出端口，两个输入端口分别与两个输入馈电网络连接，两个输出端口分别与两个输出馈电网络连接，两个输入馈电网络以抽头线方式分别与第一半波长谐振器相接（即不与第一半波长谐振器的两端连接，而与两端之间的部位连接），第一半波长谐振器再分别与第二半波长谐振器和第四半波长谐振器相接，第二半波长谐振器和第四半波长谐振器再分别与第三半波长谐振器耦合，第三半波长谐振器再以抽头线方式分别与两个输出馈电网络相接，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中间均加载有用于吸收共模信号的不同大小的电容；上述所有半波长谐振器的两端均有变容二极管。

[39] 所述第一半波长谐振器由第一变容二极管1、第一微带线2、第二微带线3、第三微带线4、第四微带线5和第二变容二极管6顺次连接构成，第一变容二极管1和第二变容二极管6的阳极均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连，第三半波长谐振器与第一半波长谐振器结构相同；第二半波长谐振器由第三变容二极管7、第五微带线8、第六微带线9、第七微带线10、第四变容二极管11顺次连接构成，第三变容二极管7和第四变容二极管11的阳极均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连，第四半波长谐振器与第二半波长谐振器结构相同且位于第一半波长谐振器和第三半波长谐振器之间；第二半波长谐振器的第五微带线8和第一半波长谐振器的第二微带线3平行设置构成级间耦合结构；第二半波长谐振器的第七微带线10和第三半波长谐振器的第十微带线12平行设置构成级间耦合结构；上述四个半波长谐振器排布成左右、上下均对称的结构；两个输入馈电网络中的第一输入馈电网络17由第一电容15、第八微带线16顺次连接构成，第八微带线16另一端以抽头线方式接到第一半波长谐振器的第二微带线3上；第二输入馈电网络18的结构与第一输入馈电网络17相同；两个输入端口中的第一输入端口IN由第九微带线21构成，第九微带线21与第一输入馈电网络17的第一电容15始端连接，第二输入端口IN'与第一输入端口IN结构相同，两个输入馈电网络与两个输出馈电网络结构相同，两个输入端口和两个输出端口结构相同；两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口、两个输出端口和上述四个半波长谐振器一起排布成左右、上下均对称的结构。第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中间均加载有用于吸收共模信号的不同大小的第二电容13和第三电容14，所述第二电容13和第三电容14均有一端穿过中间层介质基板与下层接地金属相连。

[40] 两个输入端口和两个输出端口的传输线的特性阻抗都为 50Ω 。

[41] 调整滤波器的各项参数，使滤波器在整个结构上达到平衡。当第一输入端口IN和第二输入端口IN'输入差模信号时，整个滤波器在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中点所在的直线位置上形成一个电隔离墙。由于这种结构在谐振器之间的耦合主要是电耦合，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器在中间位置没有电流，接在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器中间加载的所述第二

电容13和第三电容14可以忽略，因此在差模激励下，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器等效为两个四分之一波长的谐振器，同时和第二半波长谐振器耦合形成带通滤波器结构；此时滤波器的等效结构如图2所示。图3a和3b给出了差模情况下等效的四分之一波长谐振器和第二半波长谐振器。根据“A. R. Brown, and G. M. Rebeiz, A varactor-tuned RF filter, IEEE Trans. Microw. Theory Tech., vol. 48, no. 7, pp. 1157-1160, Jul, 2000.”所提供的分析可知，在图3a中，当四分之一波长谐振器谐振时，从四分之一波长谐振器左端看过去的导纳 Y_{dd_in1} 的虚部等于零，对于给定的一个电压，加载变容二极管的整个谐振器的谐振频率：

$$[42] \quad f_{dd1} = (Y_1 \tan^{-1} \theta_1) / 2\pi C;$$

[43] 其中 Y_1 是谐振器的特性导纳； θ_1 是第一微带线6的电长度； C 是变容二极管在不同电压下的电容值；在图4中显示了图3a中四分之一波长谐振器的谐振频率、变容二极管的电容值 C 和微带线长度的关系，可以看出随着电容的增大，谐振器的谐振频率下降；随着微带线长度的变短，可调节区间变大；同样对于第二半波长谐振器，谐振频率为：

$$[44] \quad f_{dd2} = Y_2 (1 + \tan^2 \theta_2)^{1/2} / 2\pi C \tan \theta_2 ;$$

[45] 其中 Y_2 是谐振器的特性导纳； θ_2 是半波长谐振器的电长度； C 是变容二极管在不同电压下的电容值；在图5中显示了图3b中第二半波长谐振器的谐振频率、变容二极管的电容值 C 和微带线长度的关系，可以看出在长度10-18mm范围内谐振频率和电容值的关系特性与四分之一波长谐振器在长度6-8mm内的关系特性相似，当时，相同的电压下；所以两个谐振器频率在电压相同时能够匹配，滤波器能够正常工作。

[46] 当第一输入端口和第二输入端口输入共模信号时，整个滤波器在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中点所在的直线位置上形成一个磁隔离墙。第一半波长谐振器和第三半波长谐振器在中间位置有电流流通，接在第一半波长谐振器和第三半波长谐振器中间加载的所述电容上有电流流通。第一半波长谐振器和第三半波长谐振器等效的两个四分之一波长的谐振器需要考虑中间加载的所述电容。共模信号时的实际工作等效滤波器结构如图6所示。图7给出了等效的四分之一波长的谐振器，谐振频率为：

[47] $f_{cc2}=Y_1 [2C+C_2+(4C^2+4CC_2+C_2^2+8CC_2 \tan\theta_1^2)^{1/2}] /4\pi CC_2 \tan\theta_1$;

[48] 如图中所示， Y_1 是微带线的特性导纳； θ_1 微带线的电长度； C 是变容二极管在不同电压下的电容值； C_2 是所述加载电容的电容值。

[49] 由于加载的所述第二电容13和第三电容14的电容值大小不同，使得这两个谐振器的谐振频率不同，信号不能通过；共模信号就被抑制了。

[50] 在图2和图6中可以看出，所述滤波器采用抽头线方式馈电。根据“R. J. Cameron, C. M. Kudsia, and R. R. Mansour, Microwave Filters for Communication Systems: Fundamentals, Design, and Applications, New York: Wiley: John Wiley & Sons, Inc, 2007.”所提供的分析可知，对于ABW，在某个恒定的绝对带宽，；滤波器实际外部品质因数随着频率的增大而增大；所以在ABW结构中采用抽头线馈电方式，能更容易控制品质因数；在级间采用电磁混合耦合的机制，如图2中的虚线框内的耦合区域，同时存在电耦合和磁耦合，能够实现级间耦合系数 k 随着频率的增大而下降。

[51] 在下面实施例中，具有60MHz恒定绝对带宽的ABW制作在相对介电常数为10.2、厚度为0.63mm、损耗因子为0.0023的介质基板上。变容二极管选用东芝公司的硅变容二极管1sv277。

[52] 实施实例: 具有60MHz恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器

[53] 具有60MHz恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器结构如图1所示。具体参数为：第一微带线2长度为10.2mm，宽度为0.8mm，第二微带线3长度为18.7mm，第五微带线8长度为24.1mm，宽度为0.8mm，第六微带线9长度为10.4mm，第八微带线16长度为3.3mm，宽度为0.6mm，第一电容15大小为7pF，第一半波长谐振器中间加载的所述第二电容13大小为20pF，第三半波长谐振器中间加载的所述第三电容14大小为7pF，第二微带线3和第五微带线8之间的距离为0.6mm。图8给出了利用上述参数所设计的滤波器进行仿真和实际测量的结果，其中仿真和实际测量分别是使用安捷伦公司的商业电磁仿真软件ADS和E5071C网络分析仪来完成。图8a为该滤波器差模工作情况下在四个特殊偏置电压时的仿真、计算及测试的传输特性，横轴表示频率，纵轴表示传输特性 $|S_{dd21}|$ 。图8b所示为该滤波器的反射特性，横轴表示频率，纵轴表示回波损耗 $|S_{dd11}|$ 。由图8a和图8b可

见，滤波器的通带频率可以从549MHz调到775MHz，具有34.1%的相对调节范围。对所有的调谐状态，测量的带内插入损耗在3.5-4.2dB之间，回波损耗都低于-10dB。3dB带宽为604MHz，基本恒定。图8c显示了在共模工作情况下对共模噪声的抑制，可见在0.2-1.7GHz共模抑制都低于-25dB。

[54] 本发明基于镜像对称的平衡结构，在差模和共模信号下具有不同的等效电路，具有恒定的绝对带宽，中间频率可调，在较宽的频带内抑制共模噪声。在频率调谐范围内带宽和通带波形保持恒定不变。通过调节设计的参数，可以调节带宽，即这种结构可以用来实现各种带宽规格。

[55] 以上所述仅为本发明的较佳实例，并不用以限制本发明，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保护范围之内。

[权利要求 1]

1、一种具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，其特征在于包括上层的微带结构，中间层介质基板和下层的接地金属；上层微带结构附着在中间层介质板上表面，中间层介质板下表面为接地金属；上层微带结构包括四个半波长谐振器、两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口和两个输出端口，两个输入端口分别与两个输入馈电网络连接，两个输出端口分别与两个输出馈电网络连接，第一半波长谐振器以抽头线方式分别与两个输入馈电网络相接，第一半波长谐振器再分别与第二半波长谐振器和第四半波长谐振器耦合，第二半波长谐振器和第四半波长谐振器再分别与第三半波长谐振器耦合，第三半波长谐振器再以抽头线方式分别与两个输出馈电网络相接，第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中间均加载有用于吸收共模信号的不同大小的电容，上述所有半波长谐振器的两端均有变容二极管。

2、根据权利要求1所述的具有恒定绝对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，其特征在于所述第一半波长谐振器由第一变容二极管、第一微带线、第二微带线、第三微带线、第四微带线和第二变容二极管顺次连接构成，第一微带线垂直于第二微带线，第三微带线垂直于第四微带线，第一变容二极管和第二变容二极管的阳极均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连，第三半波长谐振器与第一半波长谐振器结构相同；第二半波长谐振器由第三变容二极管、第五微带线、第六微带线、第七微带线、第四变容二极管顺次连接构成，第三变容二极管和第四变容二极管的阳极均穿过中间层介质基板与下层接地金属相连，第四半波长谐振器与第二半波长谐振器结构相同且位于第一半波长谐振器和第三半波长谐振器之间，上述四个半波长谐振器一起排布成左右、上下均对称的结构；两个输入馈电网络中的第一输入馈电网络由第一电容、第八微带线顺次连接构成，第八微带线的一端与第一电容一端

连接，第一半波长谐振器的第二微带线以抽头线方式与第八微带线的另一端连接；第二输入馈电网络的结构与第一输入馈电网络相同；两个输入端口中的第一输入端口由第九微带线构成，第九微带线与第一输入馈电网络的第一电容的另一端连接，第二输入端口与第一输入端口结构相同，两个输入馈电网络与两个输出馈电网络结构相同，两个输入端口和两个输出端口结构相同；两个输入馈电网络、两个输出馈电网络、两个输入端口、两个输出端口和上述四个半波长谐振器一起排布成左右、上下均对称的结构。

3、根据权利要求2所述的具有恒定相对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，其特征在于第一半波长谐振器和第三半波长谐振器的中间加载的所述电容的另一端穿过中间层介质基板与下层接地金属相连。

4、根据权利要求2所述的具有恒定相对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，其特征在于第二半波长谐振器的第五微带线和第一半波长谐振器的第二微带线平行设置构成级间耦合结构；第二半波长谐振器的第七微带线和第三半波长谐振器的第十微带线平行设置构成级间耦合结构。

5、根据权利要求2所述的具有恒定相对带宽的平衡式射频电调带通滤波器，其特征在于两个输入端口和两个输出端口的传输线的特性阻抗都为 50Ω 。

6、根据权利要求2~5任一项所述的具有恒定相对带宽的平衡式射频电调滤波器，其特征在于，所述第一微带线长度为10.2mm，宽度为0.8mm，第二微带线长度为18.7mm，第五微带线长度为24.1mm，宽度为0.8mm，第六微带线长度为10.4mm，第八微带线长度为3.3mm，宽度为0.6mm，第一电容大小为7pF，第一半波长谐振器中间加载的所述电容大小为20pF，第三半波长谐振器中间加载的所述电容大小为7pF，第二微带线和第五微带线之间的距离为0.6mm。

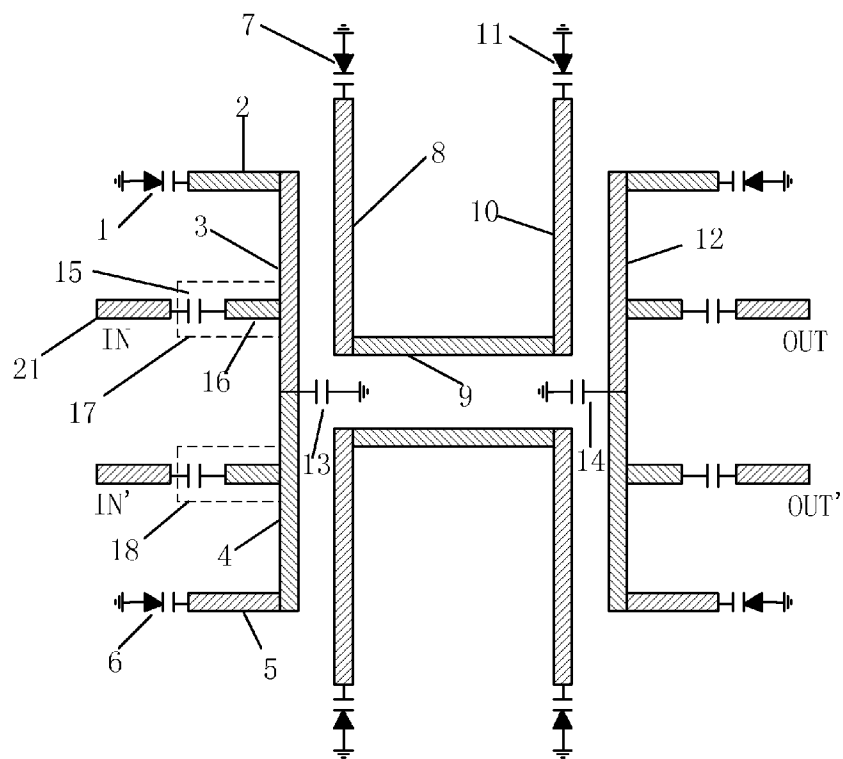


图 1

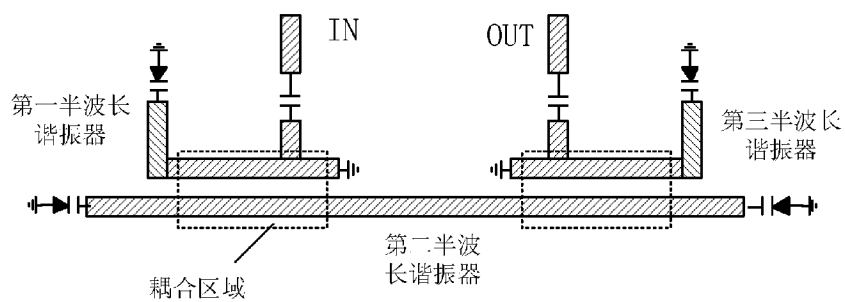


图 2

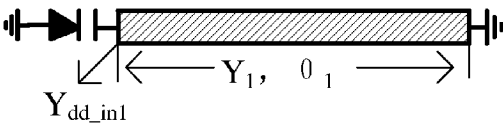


图 3a

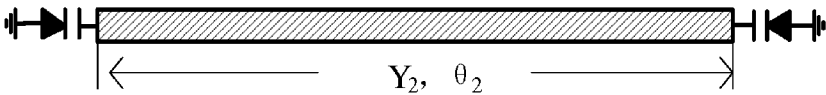


图 3b

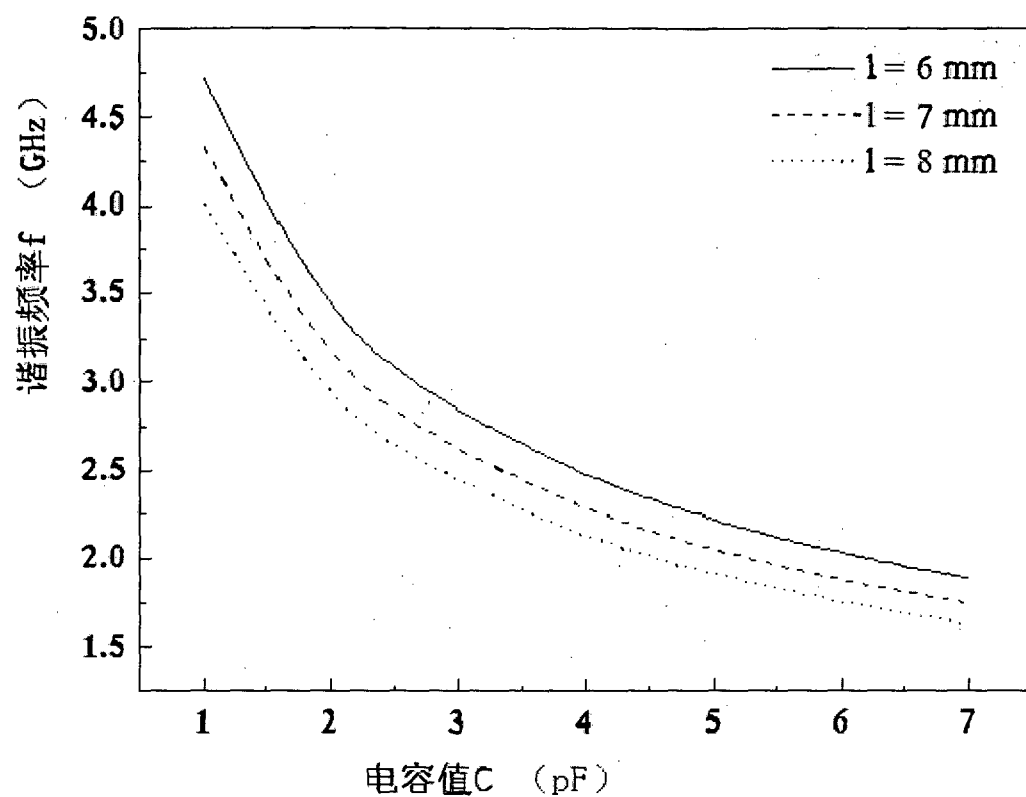


图 4

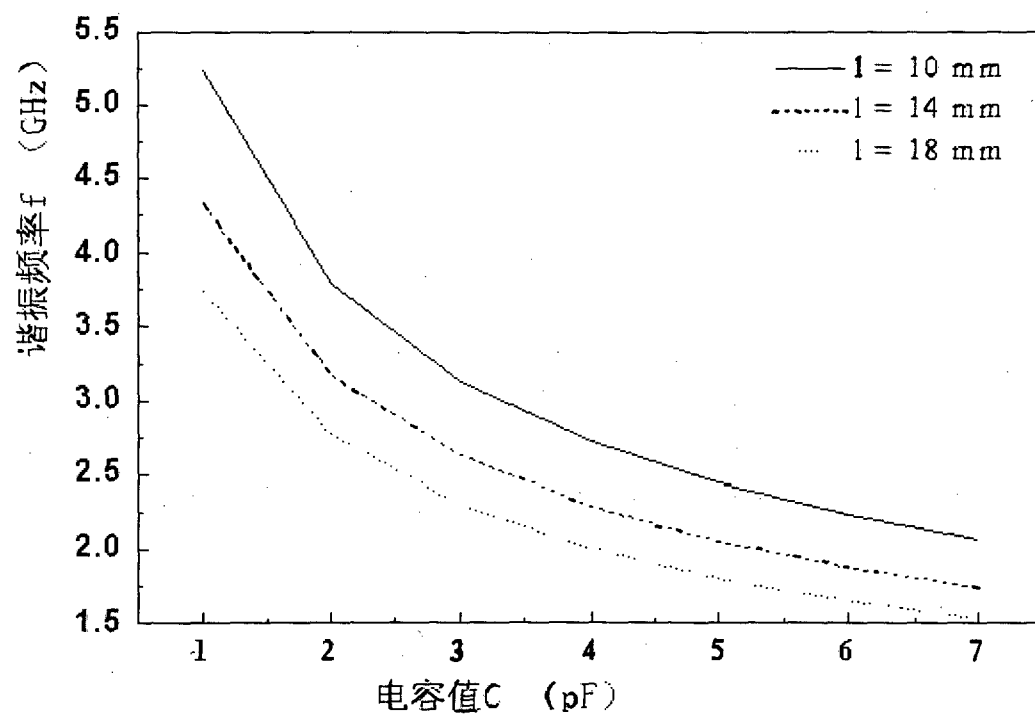


图 5

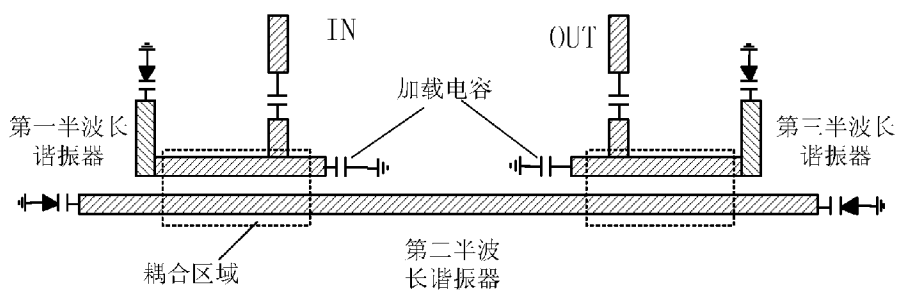


图 6

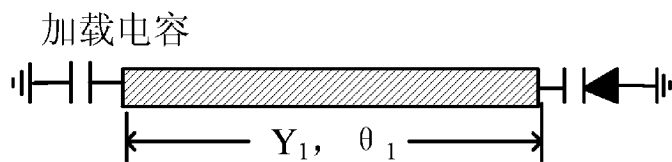


图 7

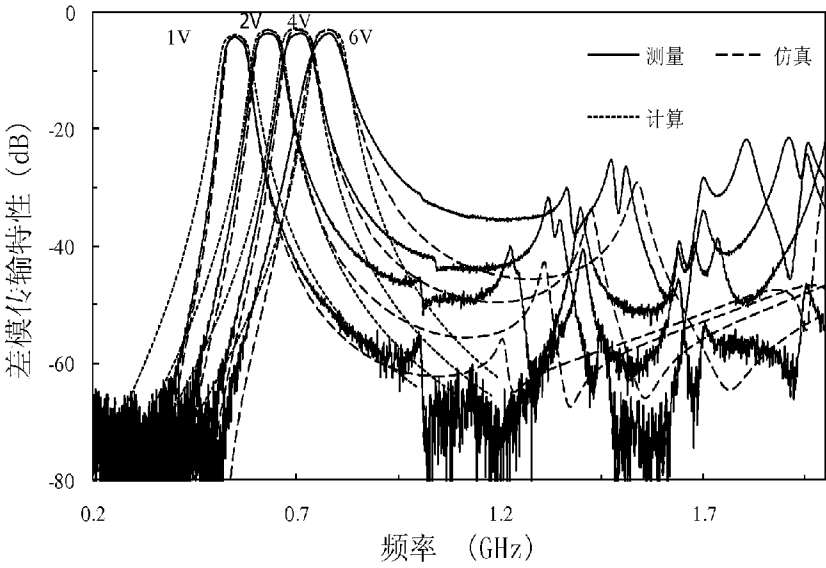


图 8a

说明书附图

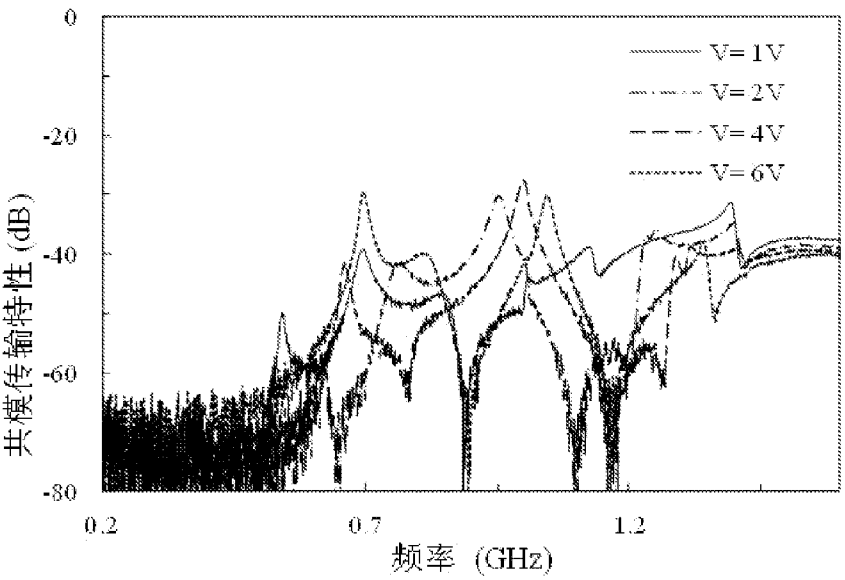


图 8b

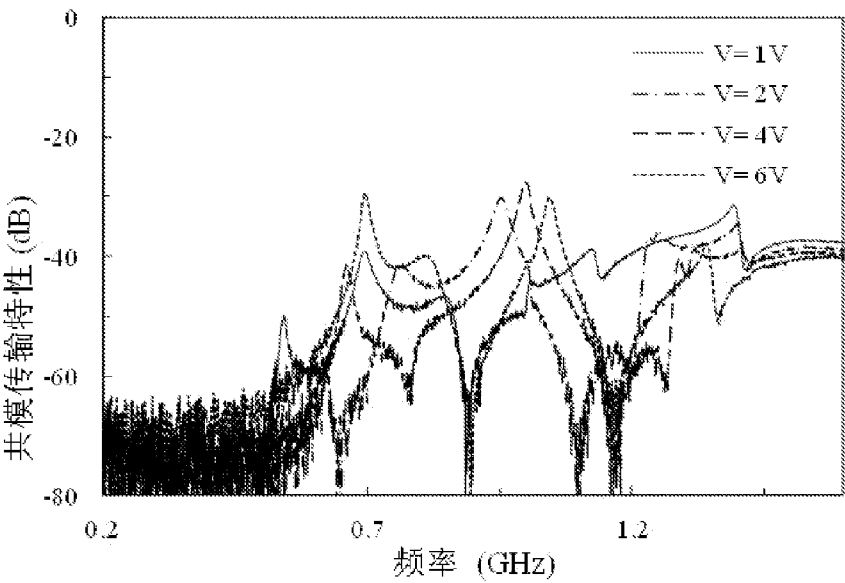


图 8c

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/079300**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

See the extra sheet

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: H01P 1/-; H01P 7/-

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: band pass filter, half wavelength resonator, micro-band line, feed, couple, capacitance, bandwidth, constant

WPI, EPODOC: band pass filter, half wavelength resonator, micro-band line, feed, couple, capacitance, bandwidth, constant

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101894995 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 24 November 2010 (24.11.2010), the whole document	1-6
A	CN 101740842 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 16 June 2010 (16.06.2010), the whole document	1-6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“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
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“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
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“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
“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)	“&” document member of the same patent family
“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	

Date of the actual completion of the international search 17 February 2012 (17.02.2012)	Date of mailing of the international search report 15 March 2012 (15.03.2012)
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 WU, Min Telephone No.: (86-10) 62411697

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2011/079300

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101894995 A	24.11.2010	None	
CN 101740842 A	16.06.2010	None	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2011/079300

CONTINUATION OF SECOND SHEET

CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 1/203 (2006.01) i

H01P 7/08 (2006.01) i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2011/079300

A. 主题的分类

参见附加页

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: H01P 1/-; H01P 7/-

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: 带通滤波器, 半波长谐振器, 微带线, 馈电, 耦合, 电容, 带宽, 恒定

WPI,EPODOC: band pass filter, half wavelength resonator, micro-band line, feed, couple, capacitance, bandwidth, constant

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	CN101894995A, (华南理工大学), 24.11 月 2010 (24.11.2010), 全文	1-6
A	CN101740842A, (华南理工大学), 16.6 月 2010 (16.06.2010), 全文	1-6

☐ 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
17.2 月 2012 (17.02.2012)

国际检索报告邮寄日期
15.3 月 2012 (15.03.2012)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:
中华人民共和国国家知识产权局
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088
传真号: (86-10)62019451

受权官员

吴敏
电话号码: (86-10) **62411697**

国际检索报告

关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2011/079300

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101894995A	24. 11. 2010	无	
CN101740842A	16. 06. 2010	无	

续第 2 页

主题的分类

H01P 1/203(2006.01)i

H01P 7/08(2006.01)i