

(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3月2日 (02.03.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/031723 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01P 3/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2015/088164
- (22) 国际申请日: 2015年8月26日 (26.08.2015)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510524372.9 2015年8月24日 (24.08.2015) CN
- (71) 申请人: 上海交通大学 (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。
- (72) 发明人: 李晓春 (LI, Xiaochun); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。邵妍 (SHAO, Yan); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。王宁 (WANG, Ning); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。袁斌 (YUAN, Bin); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。毛军发 (MAO, Junfa); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。

- (74) 代理人: 上海汉声知识产权代理有限公司 (SHANGHAI HANGSOME INTELLECTUAL PROPERTY LTD.); 中国上海市闵行区银都路3828弄56号307室, Shanghai 201108 (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, 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, 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: SUBSTRATE INTEGRATED COAXIAL WAVE GUIDE INTERCONNECTION ARRAY STRUCTURE

(54) 发明名称: 基片集成同轴波导互连阵列结构

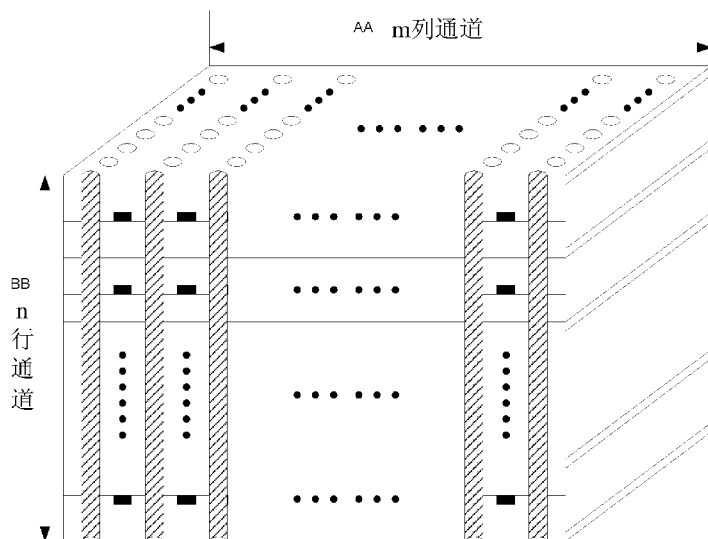


图3

AA m columns of channels BB n rows of channels

(57) Abstract: A substrate integrated coaxial wave guide interconnection array structure, comprising at least one single-channel structure, and an inner conductor layer is arranged between a first outer conductor layer and a second outer conductor layer; a first dielectric layer is arranged between the first outer conductor layer and the inner conductor layer, and a second dielectric layer is arranged between the inner conductor layer and the second outer conductor layer; the first outer conductor layer, the second outer conductor layer and a metallized through-hole array form an outer conductor, and a plurality of single-channel structures form an array in a horizontal and vertical direction, and share the outer conductor; adjacent single-channel structures in the vertical direction share the same outer conductor layer; and adjacent single-channel structures in the horizontal direction share the same column of metallized through-hole array. A circuit board level/encapsulation level/chip level interconnection circuit has the advantages of a wide frequency band, low time delay crosstalk and good electromagnetic compatibility, is suitable for high-speed multi-channel parallel transmission of data larger than a gigabit, and has expandability transversely

[见续页]

and longitudinally.

(57) 摘要:



本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种基片集成同轴波导互连阵列结构，包括至少一个单通道结构，内导体层设置于第一外导体层和第二外导体层之间；第一介质层设置于第一外导体层和内导体层之间，第二介质层设置于内导体层和第二外导体层之间。第一外导体层、第二外导体层、金属化通孔阵列组成外导体，多个单通道结构在水平、垂直方向形成阵列，共享外导体。垂直方向相邻单通道结构共用同一层外导体层。水平方向相邻单通道结构共用同一列金属化通孔阵列。一种用作电路板级/封装级/芯片级的互连电路，具有频带宽、时延串扰低、电磁兼容性能好的优点，适合于吉比特以上的高速数据多通道并行传输，并且在横向和纵向具有可扩展性。

基片集成同轴波导互连阵列结构

技术领域

本发明涉及电路板级/封装级/芯片级的高速数据传输互连技术领域，具体地，涉及一种基片集成同轴波导互连阵列结构。

背景技术

随着社会的发展与进步，对太比特数据传输速率的需求正变得愈发迫切。应对太比特数据传输速率的需求，高速电互连技术成为系统得以实现的关键。传统互连采用微带线/带状线/共面波导等结构，基于准 TEM 模式或者 TEM 模式实现信号的互连互通，适合速率在吉比特以下的基带信号传输。但其开放式的物理结构在高频条件下显示出高损耗的缺点，并且损耗随频率的上升而急剧增加，严重制约信号传输的距离和速率；当传输速率超过吉比特时，还将引起严重的串扰、时延、畸变、码间干扰等信号完整性及电磁干扰问题。虽然串行链路技术的引入可降低电互连线间的串扰，但同时也降低了信号的传输密度；均衡和预加重技术虽然补偿了传统电互连在高频时的损耗，扩展了带宽，但仍无法避免电磁干扰（EMI）问题，同时还增加了额外的电路开销，导致成本的大幅上升。总之，传统电互连技术已经无法满足新一代数据传输的需求，迫切需要发展适合更高传输速率的新型电互连技术。目前正在研究基于矩形波导的基片集成波导互连，该互连结构是由上下导体板和通孔阵列构成的电子带隙结构，其信道呈现高通、宽频带特性，但是由于采用 TE₁₀ 模式，因此无法直接传输基带信号，必须经过调制解调将基带信号搬移到矩形波导互连的传输带宽中，增加了系统的复杂性，并且其信道带宽还受到调制解调器件带宽的限制。

而单通道的基片集成同轴波导作为分立器件，其封闭式的电路结构具有信号损耗小、信号时延低、串扰弱、抗电磁干扰能力强的优点，并且由于其采用 TEM 模式，因此适合传输基带信号，但是单通道的基片集成同轴波导互连传输速率有限。

发明内容

本发明针对传统互连线采用开放式的微带线/带状线/共面波导结构面临速率低、损耗高、抗电磁干扰能力弱的问题，而单通道基片集成同轴波导互连传输速率有限，提供了一种将同轴波导互连阵列集成到基片上的基片集成同轴波导互连阵列结构，该结构通过外层金属层和金属化通孔、内层金属层、介质层分别构成基片集成同轴波导互连阵列的外导体、内导体以及内外导体间的介质填充，实现了多通道并行传输的互连阵列。本发明提出的基片集成同轴波导互连阵列结构，不仅具有信号损耗小、信号时延低、串扰弱、抗电磁干扰能力强的优点，还可以并行传输多通道信号，从而进一步拓展了带宽、增大了数据传输速率。

为实现上述目的，本发明是通过以下技术方案实现的。

一种基片集成同轴波导互连阵列结构，采用准封闭式结构，基片集成同轴波导互连阵列结构的物理结构自上而下包括：至少一个单通道结构，所述单通道结构包括：第一外导体层、第一介质层、内导体层、第二介质层、第二外导体层以及金属化通孔阵列；其中：

所述内导体层设置于第一外导体层和第二外导体层之间；所述第一介质层设置于第一外导体层和内导体层之间，所述第二介质层设置于内导体层和第二外导体层之间；

所述单通道结构纵向贯穿设置有金属化通孔阵列。

优选地，第一外导体层、第二外导体层以及金属化通孔阵列共同组成单通道结构的外导体；多个单通道结构在水平和垂直两个方向形成阵列，共享外导体，组成本发明所述的基片集成同轴波导互连阵列结构。

优选地，垂直方向两个相邻单通道结构共用同一层外导体层，即，上一层单通道结构的第二外导体层为下一层单通道结构的第一外导体层。

优选地，所述金属化通孔阵列为两列，两列金属化通孔阵列沿物理结构的长度方向等间距排列；水平方向相邻两个单通道结构共用同一列金属化通孔阵列。

优选地，每一列金属化通孔阵列均包括若干个金属化通孔，相邻两个金属化通孔之间等间距设置。

优选地，每一个金属化通孔的通孔直径均为 d ，相邻两个金属化通孔之间的间距为 s ，相邻两列金属化通孔阵列之间的宽度为 a ；

每一列金属化通孔阵列的金属化通孔个数取决于物理结构的长度。

优选地，所述第一外导体层、内导体层和第二外导体层的厚度均为 t ；第一介

质层和第二介质层的厚度均为 h ；所述物理结构的长度为 l 。

优选地，所述内导体层包括至少一个离散设置的金属单体，所述金属单体在物理结构的宽度方向上位于相邻两列金属化通孔阵列之间。

优选地，所述金属单体的宽度为 b ，且宽度 b 小于外导体层的宽度。

优选地，所述第一外导体层和第二外导体层均采用金属层。

优选地，所述基片集成同轴波导互连阵列结构采用 TEM（横电磁模）模式传输信号，且能够同时并行传输多通道信号。

本发明提供的基片集成同轴波导互连阵列结构，包括共享的外导体、多个独立的内导体，外导体与内导体之间设置有介质；以 2 行 $\times$ 2 列基片集成同轴波导互连阵列结构为例，所述基片集成同轴波导互连阵列结构的物理结构自上而下分为九层，第一层为金属层 L1（第一层单通道结构的第一外导体层），第二层为介质层 L2（第一层单通道结构的第一介质层），第三层为金属层 L3（第一层单通道结构的内导体层），第四层为介质层 L4（第一层单通道结构的第二介质层），第五层为金属层 L5（既作为第一层单通道结构的第二外导体层，又作为第二层单通道结构的第一外导体层），第六层为介质层 L6（第二层单通道结构的第一介质层），第七层为金属层 L7（第二层单通道结构的内导体层），第八层为介质层 L8（第二层单通道结构的第二介质层），第九层为金属层 L9（第二层单通道结构的第二外导体层）。通过 2 行 $\times$ 2 列的基片集成同轴波导互连阵列结构，可以类推到 n 行 $\times$ m 列的基片集成同轴波导互连阵列结构，其中 n 为行数， m 为列数，阵列共有 n 行 $\times$ m 列个通道。本发明提供的基片集成同轴波导互连阵列结构为准封闭式结构，采用 TEM 模式传输信号，信号由多通道并行传输。其可以用作电路板级/封装级/芯片级的互连电路，与传统开放结构的微带线/带状线/共面波导互连相比，本发明具有频带宽、时延串扰低、电磁兼容性能好的优点，适合于吉比特以上的高速数据并行传输，并且在横向和纵向具有可扩展性。

与现有技术相比，本发明具有如下的有益效果：

1、本发明提供的基片集成同轴波导互连阵列为准封闭式结构，采用 TEM 模式传输信号，与传统微带线/带状线/共面波导等开放式互连结构采用准 TEM 模式传输信号相比，具有传输速率高、时延串扰低、抗电磁干扰能力强的优点；

2、本发明与矩形基片集成波导采用 TE₁₀ 模式传输信号相比，基片集成同轴波导互连阵列结构不需要调制解调器件，具有损耗小、速率高、系统简单、成本低的

优点；

3、本发明与单通道基片集成同轴波导相比，具有适于多通道并行高速传输的优点；

4、本发明提供的基片集成同轴波导互连阵列适合用于电路板级/封装级/芯片级的高速数据传输。

附图说明

通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述，本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显：

图 1 为本发明所提供的基片集成同轴波导互连阵列结构的一个单通道结构示意图。

图 2 为 2 行×2 列的基片集成同轴波导互连阵列的结构示意图。

图 3 为 n 行×m 列的基片集成同轴波导互连阵列的结构示意图。

图 4 为基片集成同轴波导互连阵列中一个通道的 S21 参数。

图 5 为基片集成同轴波导互连阵列中一个通道的 S11 参数。

图中：

1 为金属层 L1；

2 为介质层 L2；

3 为金属层 L3；

4 为介质层 L4；

5 为金属层 L5；

6 为介质层 L6；

7 为金属层 L7；

8 为介质层 L8；

9 为金属层 L9；

10、11、12、13 分别为内导体层的四个独立的金属单体，分别记为第一金属单体、第二金属单体、第三金属单体、第四金属单体；

14 为共享的外导体层。

具体实施方式

下面对本发明的实施例作详细说明：本实施例在以本发明技术方案为前提下进行实施，给出了详细的实施方式和具体的操作过程。应当指出的是，对本领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本发明的保护范围。

实施例

本实施例为了实现阵列同轴波导电路板级/封装级/芯片级的基片集成化，提供了一种适用于电路板级、封装级及芯片级的基片集成同轴波导互连阵列结构。

本实施例提供的基片集成同轴波导互连阵列结构，采用准封闭式结构，基片集成同轴波导互连阵列结构的物理结构自上而下包括：至少一个单通道结构，所述单通道结构包括：第一外导体层、第一介质层、内导体层、第二介质层、第二外导体层以及两列金属化通孔阵列（金属化通孔阵列）；其中：

所述内导体层设置于第一外导体层和第二外导体层之间；所述第一介质层设置于第一外导体层和内导体层之间，所述第二介质层设置于内导体层和第二外导体层之间；

所述单通道结构纵向贯穿设置有金属化通孔阵列。

进一步地，第一外导体层、第二外导体层以及两列金属化通孔阵列共同组成单通道结构的外导体。多个单通道结构在水平、垂直两方向形成阵列，共享外导体，组成本发明所述的基片集成同轴波导互连阵列结构。

进一步地，垂直方向相邻两个单通道结构共用同一层外导体层，即，上一层单通道结构的第二外导体层为下一层单通道结构的第一外导体层。

进一步地，所述金属化通孔阵列为两列，两列金属化通孔阵列沿物理结构的长度方向等间距排列。水平方向相邻两个单通道结构共用同一列金属化通孔阵列。

进一步地，每一列金属化通孔阵列均包括若干个金属化通孔，相邻两个金属化通孔之间等间距设置。

进一步地，每一个金属化通孔的通孔直径均为 d ，相邻两个金属化通孔之间的间距为 s ，相邻两列金属化通孔阵列之间的宽度为 a ；

每一列金属化通孔阵列的金属化通孔个数取决于物理结构的长度。

进一步地，所述第一外导体层、内导体层和第二外导体层的厚度均为 t ；第一介质层和第二介质层的厚度均为 h ；所述物理结构的长度为 l 。

进一步地，所述内导体层包括至少一个离散设置的金属单体，所述金属单体在

物理结构的宽度方向上位于相邻两列金属化通孔阵列之间。

进一步地，所述金属单体的宽度为 b ，且宽度 b 小于外导体层的宽度。

进一步地，所述第一外导体层和第二外导体层均采用金属层。

进一步地，所述基片集成同轴波导互连阵列结构采用 TEM（横电磁模）模式传输信号，且能够同时并行传输多通道信号。

下面以 2 行 $x2$ 列互连阵列为例，采用五层金属层、三列金属化通孔构成阵列基片集成同轴波导的外导体、内导体，采用四层介质层构成内、外导体间的介质填充，实现了适合高速数据传输的基片集成同轴波导互连阵列。

具体为：

包括共享的外导体、多个独立的内导体，外导体与内导体之间设置有介质，可以在横向和纵向拓展通道数；所述基片集成同轴波导互连阵列，其物理结构自上而下分为九层，第一层为金属层 L1，第二层为介质层 L2，第三层为金属层 L3，第四层为介质层 L4，第五层为金属层 L5，第六层为介质层 L6，第七层为金属层 L7，第八层为介质层 L8，第九层为金属层 L9；

在金属层 L1 与金属层 L9 之间设置有金属化通孔阵列，所述金属化通孔阵列贯穿所述第一层至第九层，且由沿所述基片集成同轴波导互连阵列结构（物理结构）的长度方向呈三列排列的金属化通孔构成；

其中：

金属层 L1、金属层 L5、金属层 L9、金属化通孔阵列构成所述外导体；

金属层 L3、金属层 L7 构成所述内导体；

介质层 L2、介质层 L4、介质层 L6、介质层 L8 构成填充于外导体与内导体之间的介质。

进一步地，金属层 L1、金属层 L3、金属层 L5、金属层 L7 和金属层 L9 的厚度均为 t ，介质层 L2、介质层 L4、介质层 L6、介质层 L8 的厚度均为 h ，所述阵列基片集成同轴波导互连结构的长度为 l 。

进一步地，金属层 L3、金属层 L7 的金属单体宽度 b 小于金属层 L1、金属层 L5 以及金属层 L9 的宽度，且金属层 L3、金属层 L7 在所述阵列基片集成同轴波导互连结构的宽度方向上位于相邻两列金属化通孔之间。

进一步地，金属化通孔阵列中的金属化通孔的直径为 d ，且相邻金属化通孔之间等间距排列，间距为 s ，两列金属化通孔阵列之间的宽度为 a 。

进一步地,所述基片集成同轴波导互连阵列结构采用 TEM 模式传输信号,且所述基片集成同轴波导互连阵列结构采用多通道并行传输结构,可同时传输多通道信号。

下面结合附图对本实施例进一步描述。

图 1 为本发明所提供的基片集成同轴波导互连阵列结构的一个单通道结构示意图,包括外导体、内导体以及内外导体之间的介质,由三层金属层和二层介质层组成。该结构在横向和纵向扩充,即可形成本发明所提供的基片集成同轴波导互连结构阵列。

图 2 为本发明所提供的基片集成同轴波导互连阵列结构当行数和列数都为 2 的时候的示意图,包括外导体、内导体以及内外导体之间的介质,基片集成同轴波导互连阵列的物理结构由五层金属层和四层介质层组成。所述基片集成同轴波导互连阵列采用 TEM 模式传输信号。

图 2 所提供的基片集成同轴波导互连阵列结构可扩充为 n 行 $\times$ m 列通道,其中 n 、 m 为任意正整数, n 表示阵列的行数, m 表示阵列的列数,如图 3 所示。

以图 2 所示的 2 行 $\times$ 2 列互连阵列为例:

所述基片集成同轴波导互连阵列的物理结构自上而下分为九层,第一层为金属层 L1,第二层为介质层 L2,第三层为金属层 L3,第四层为介质层 L4,第五层为金属层 L5,第六层为介质层 L6,第七层为金属层 L7,第八层为介质层 L8,第九层为金属层 L9,五层金属层的厚度均为 t ,两层介质层的厚度均为 h ,波导互连(物理结构)的长度为 l 。

所述外导体由金属层 L1、金属层 L5、金属层 L9 以及金属层 L1 到金属层 L9 间的三列金属化通孔阵列所形成的金属化通孔阵列组成。金属化通孔的直径为 d ,间距为 s ,相邻两列金属化通孔阵列间的宽度为 a 。

所述内导体为金属层 L3、金属层 L7,构成金属层 L3 和金属层 L7 的金属单体的宽度为 b 。

所述介质由介质层 L2、介质层 L4、介质层 L6、介质层 L8 组成,形成内导体与外导体之间的介质填充。

基片集成同轴波导互连阵列的特性阻抗 Z_0 通常设计为 50 欧姆,其计算公式为:

$$Z_0 = \frac{30\pi}{\sqrt{\epsilon_r}} \frac{2h}{b + 0.882h}$$

其中, ϵ_r 表示介质的相对介电常数。

基片集成同轴波导互连阵列的频带范围是从直流到 TE₁₀ 模式的截止频率 f_{TE10} ,其计算公式为:

$$f_{TE10} = \frac{c}{2\sqrt{\epsilon_r}} \left(a - \frac{d^2}{0.95s} \right)^{-1}$$

其中，c 表示真空中的光速。

以电路板级的 2 行 x2 列基片集成同轴波导互连阵列为例，采用 Rogers RT/duroid 5880 材料（介电常数 2.2，介质损耗角正切 0.0009），外导体宽度 a=2mm，内导体宽度 b=0.37mm；金属层厚度 t=0.018mm，介质层厚度 h=0.254mm，通孔直径 d=0.4mm，通孔间距 s=0.6mm，波导长度 l=30mm。阵列中单通道的插入损耗 S21 参数、回波损耗 S11 参数分别如图 4、图 5 所示，其中图 4、图 5 中的横轴表示频率（Frequency (GHz)），纵轴表示分贝（dB）。

综上，本实施例所设计的基片集成同轴波导互连阵列结构，具有频带宽、损耗小、时延串扰低、抗电磁干扰能力强、便于拓展通道的优点，适合于电路板级/封装级/芯片级的多通道并行高速数据传输。

以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是，本发明并不局限于上述特定实施方式，本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改，这并不影响本发明的实质内容。

权 利 要 求 书

1、一种基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，采用准封闭式结构，基片集成同轴波导互连阵列结构的物理结构包括：至少一个单通道结构，所述单通道结构包括：第一外导体层、第一介质层、内导体层、第二介质层、第二外导体层以及金属化通孔阵列；其中：

所述内导体层设置于第一外导体层和第二外导体层之间；所述第一介质层设置于第一外导体层和内导体层之间，所述第二介质层设置于内导体层和第二外导体层之间；所述单通道结构纵向贯穿设置有金属化通孔阵列；

所述第一外导体层、第二外导体层以及金属化通孔阵列共同组成单通道结构的外导体；多个单通道结构在水平和垂直两个方向形成阵列，共享外导体。

2、根据权利要求 1 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，垂直方向相邻两个单通道结构共用同一层外导体层，即，上一层单通道结构的第二外导体层为下一层单通道结构的第一外导体层。

3、根据权利要求 1 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，所述金属化通孔阵列为两列，两列金属化通孔阵列沿物理结构的长度方向等间距排列；水平方向相邻两个单通道结构共用同一列金属化通孔阵列。

4、根据权利要求 3 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，每一列金属化通孔阵列均包括若干个金属化通孔，相邻两个金属化通孔之间等间距设置。

5、根据权利要求 4 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，每一个金属化通孔的通孔直径均为 d ，相邻两个金属化通孔之间的间距为 s ，相邻两列金属化通孔阵列之间的宽度为 a ；

每一列金属化通孔阵列的金属化通孔个数取决于物理结构的长度。

6、根据权利要求 1 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，所述第一外导体层、内导体层和第二外导体层的厚度均为 t ；第一介质层和第二介质层的厚度均为 h ；所述物理结构的长度为 l 。

7、根据权利要求 3 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，所述内导体层包括至少一个离散设置的金属单体，所述金属单体在物理结构的宽度方向上位于相邻两列金属化通孔阵列之间。

8、根据权利要求 7 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，所述金属单体的宽度为 b ，且宽度 b 小于外导体层的宽度。

9、根据权利要求 1 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，所述第一外导体层和第二外导体层均采用金属层。

10、根据权利要求 1 所述的基片集成同轴波导互连阵列结构，其特征在于，所述基片集成同轴波导互连阵列结构采用 TEM 模式传输信号，且能够同时并行传输多通道信号。

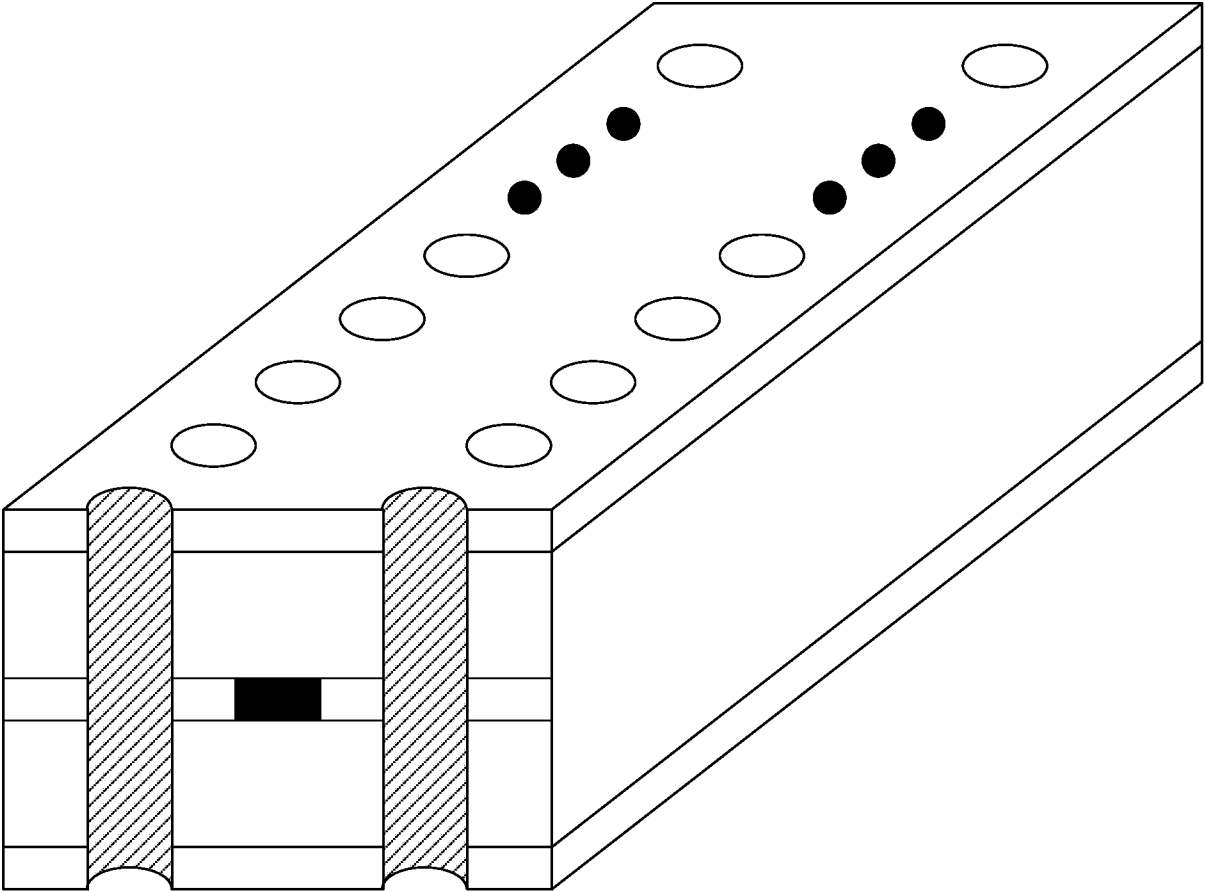


图 1

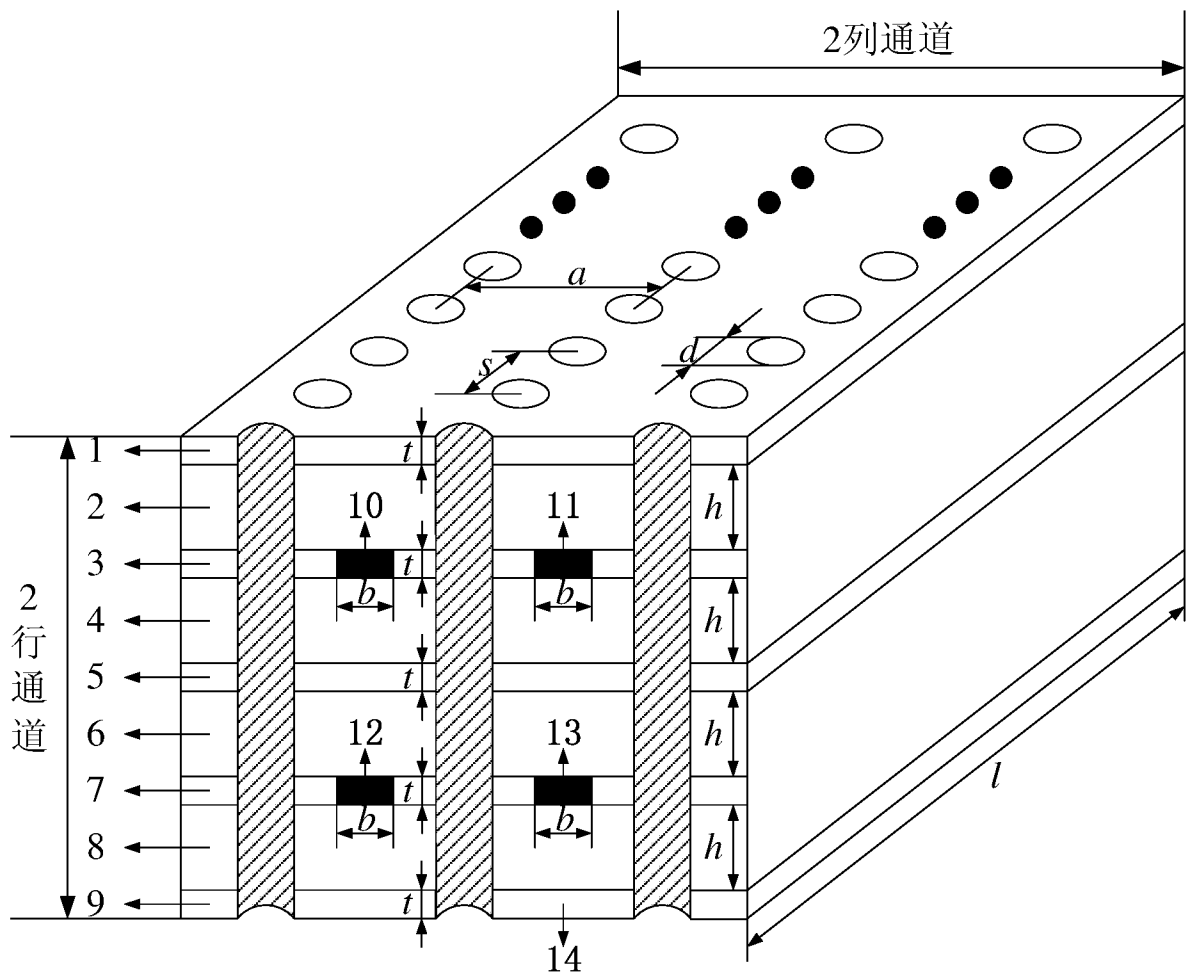


图 2

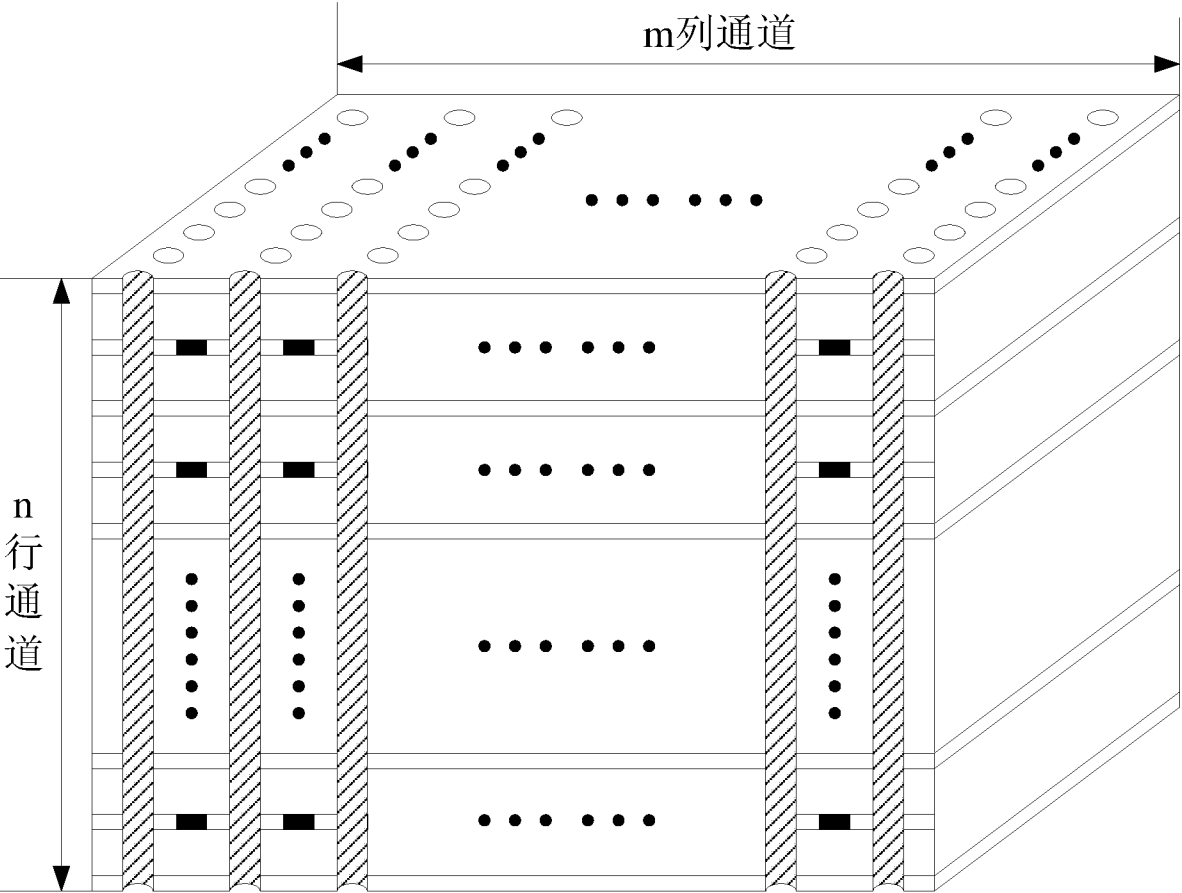


图 3

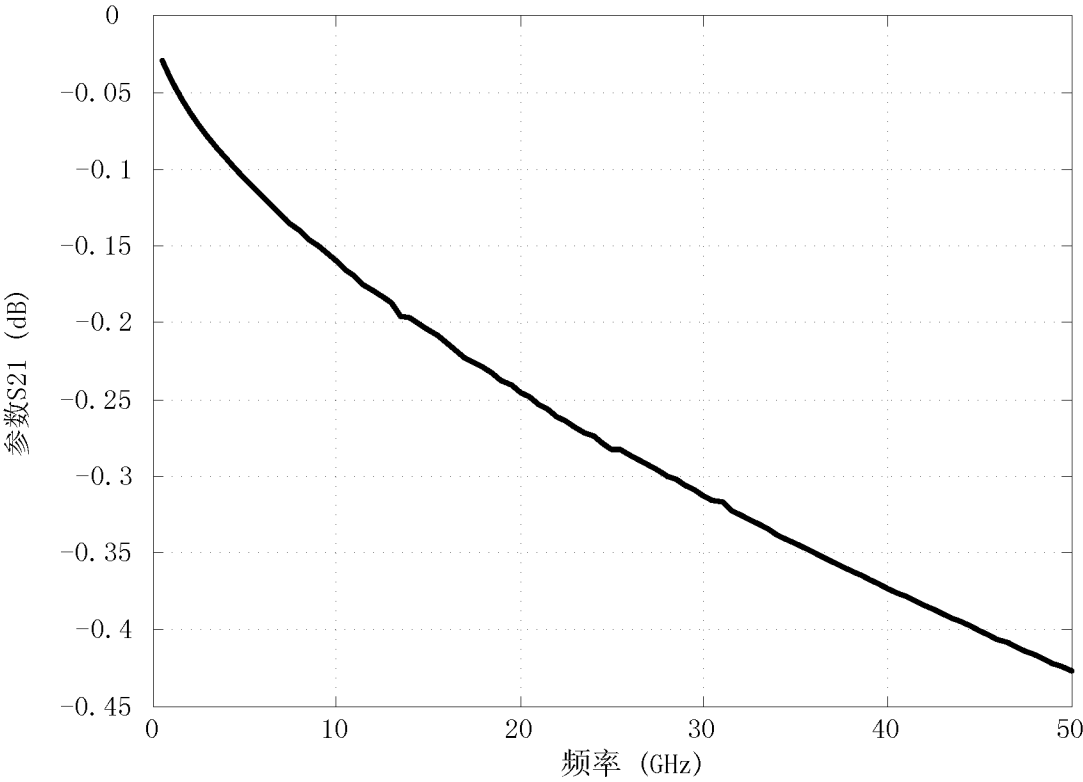


图 4

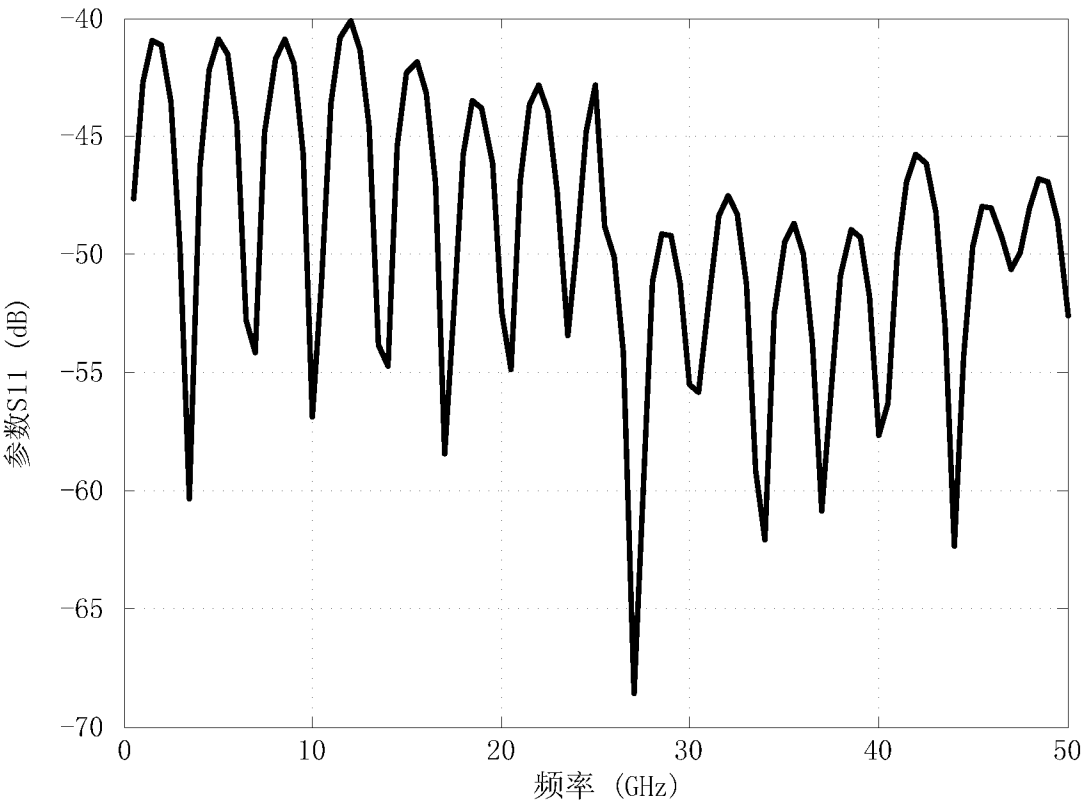


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/088164

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01P 3/00 (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)

H01P

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)

CNABS, DWPI, IEEE: coaxial, wave-guide, dielectric

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105226360 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 06 January 2016 (06.01.2016), the whole document	1-10
Y	CN 1508904 A (TDK CORPORATION), 30 June 2004 (30.06.2004), description, page 5, line 2 to page 15, line 4, and figures 1-5	1-10
Y	CN 1534826 A (SHARP KABUSHIKI KAISHA), 06 October 2004 (06.10.2004), description, page 10, line 16 to page 15, line 9, and figures 10-11	1-10
A	CN 1333468 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 30 January 2002 (30.01.2002), the whole document	1-10
A	KR 20010007640 A (NRDTECH CO., LTD. et al.), 05 February 2001 (05.02.2001), the whole document	1-10

☐ 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 26 April 2016 (26.04.2016)	Date of mailing of the international search report 05 May 2016 (05.05.2016)
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 SONG, Lin Telephone No.: (86-10) 62411800

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2015/088164

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105226360 A	06 January 2016	None	
CN 1508904 A	30 June 2004	US 2004145434 A1	29 July 2004
		JP 2004200783 A	15 July 2004
		EP 1432064 A1	23 June 2004
		JP 4015938 B2	28 November 2007
		CN 1277332 C	27 September 2006
		US 6992548 B2	31 January 2006
CN 1534826 A	06 October 2004	US 7098851 B2	29 August 2006
		JP 2004297486 A	21 October 2004
		CN 100379080 C	02 April 2008
		US 2004189531 A1	30 September 2004
CN 1333468 A	30 January 2002	CN 1147745 C	28 April 2004
KR 20010007640 A	05 February 2001	EP 1210744 A1	05 June 2002
		CN 1370339 A	18 September 2002
		CN 1175515 C	10 November 2004
		US 6603956 B1	05 August 2003
		AU 6188600 A	19 March 2001
		WO 0115262 A1	01 March 2001
		JP 2003508943 A	04 March 2003

A. 主题的分类		
H01P 3/00 (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)		
H01P		
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))		
CNABS, DWPI, IEEE: 同轴, 介电, 波导, 介质, coaxial, wave-guide, dielectric		
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
PX	CN 105226360 A (上海交通大学) 2016年 1月 6日 (2016 - 01 - 06) 全文	1-10
Y	CN 1508904 A (TDK株式会社) 2004年 6月 30日 (2004 - 06 - 30) 说明书第5页第2行至第15页第4行, 附图1-5	1-10
Y	CN 1534826 A (夏普株式会社) 2004年 10月 6日 (2004 - 10 - 06) 说明书第10页第16行至第15页第9行, 附图10-11	1-10
A	CN 1333468 A (上海交通大学) 2002年 1月 30日 (2002 - 01 - 30) 全文	1-10
A	KR 20010007640 A (NRDTECH CO LTD等) 2001年 2月 5日 (2001 - 02 - 05) 全文	1-10
☐ 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
2016年 4月 26日		2016年 5月 5日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
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		宋霖 电话号码 (86-10) 62411800

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/088164

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	105226360	A	2016年 1月 6日	无			
CN	1508904	A	2004年 6月 30日	US	2004145434	A1	2004年 7月 29日
				JP	2004200783	A	2004年 7月 15日
				EP	1432064	A1	2004年 6月 23日
				JP	4015938	B2	2007年 11月 28日
				CN	1277332	C	2006年 9月 27日
				US	6992548	B2	2006年 1月 31日
CN	1534826	A	2004年 10月 6日	US	7098851	B2	2006年 8月 29日
				JP	2004297486	A	2004年 10月 21日
				CN	100379080	C	2008年 4月 2日
				US	2004189531	A1	2004年 9月 30日
CN	1333468	A	2002年 1月 30日	CN	1147745	C	2004年 4月 28日
KR	20010007640	A	2001年 2月 5日	EP	1210744	A1	2002年 6月 5日
				CN	1370339	A	2002年 9月 18日
				CN	1175515	C	2004年 11月 10日
				US	6603956	B1	2003年 8月 5日
				AU	6188600	A	2001年 3月 19日
				WO	0115262	A1	2001年 3月 1日
				JP	2003508943	A	2003年 3月 4日