(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
2019 年 1 月 17 日 (17.01.2019)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2019/010964 A1

(51) 国际专利分类号:
F01D 5/18 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/074945

(22) 国际申请日: 2018 年 2 月 1 日 (01.02.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710571467.5 2017年7月13日 (13.07.2017) 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: 饶宇 (RAO, Yu); 中国上海市闵行区东川路 800 号, Shanghai 200240 (CN)。 李彦霖 (LI, Yanlin); 中国上海市闵行区东川路800号, Shanghai 200240 (CN)。

(74) 代理人: 上海旭诚知识产权代理有限公司 (SUNRAY INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国上海市浦东新区东方路 710 号汤臣金融大厦 1806 室郑立, Shanghai 200122 (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, 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)。

(54) **Title:** RECESS-FILM HOLE COOLING STRUCTURE AND FILM COOLING DEVICE FOR COOLING TURBINE BLADES

(54) 发明名称: 用于冷却涡轮叶片的凹陷-气膜孔冷却结构及气膜冷却装置

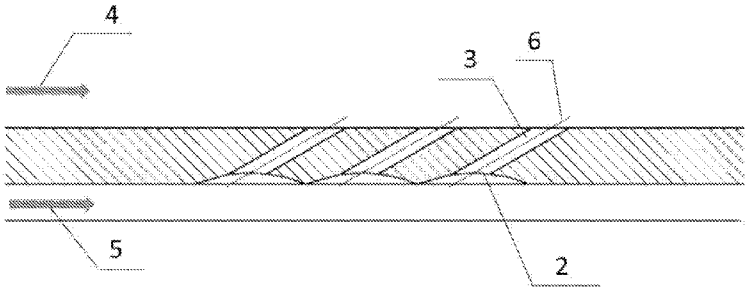


图 3

(57) **Abstract:** Disclosed is a recess-film hole cooling structure for cooling turbine blades, the structure comprising a recess (2) provided in an inner wall of a cooling blade (1), and a film hole (3) passing through the cooling blade (1), wherein the film hole (3) is provided with an inlet located at the recess (2). Also disclosed is a film cooling device, comprising a cooling blade (1), one or more recesses (2), and one or more film holes (3), wherein the recesses (2) are provided in an inner wall of the cooling blade (1), the film holes (3) pass through the cooling blade (1), each film hole (3) is provided with an inlet, and inlets of all the film holes (3) are located at the recesses (2); or the inlets of some of the film holes (3) are located at the recesses (2), and the inlets of the other film holes (3) are located in an area, other than that of the recesses (2), on an inner wall face of the cooling blade (1); or the inlets of multiple film holes (3) are located in the same recess (2). The recess-film hole cooling structure can improve the matching between the film holes and a flow channel inside the cooling blade, thereby improving the condition of the flow at the inlets of the film holes and within the film holes, and improving the film cooling performance of an external wall face of the cooling blade.

WO 2019/010964 A1

[见续页]

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种用于冷却涡轮叶片的凹陷-气膜孔冷却结构，包括设置在冷却叶片（1）的内壁的凹陷（2）和贯穿冷却叶片（1）的气膜孔（3），气膜孔（3）具有入口，入口位于凹陷（2）处。还公开了一种气膜冷却装置，包括冷却叶片（1）、一个或多个凹陷（2），以及一个或多个气膜孔（3），其中凹陷（2）设置在冷却叶片（1）的内壁上，气膜孔（3）贯穿冷却叶片（1），气膜孔（3）具有入口，全部的气膜孔（3）的入口位于凹陷（2）处；或者一部分气膜孔（3）的入口位于凹陷（2）处，另一部分气膜孔（3）的入口位于冷却叶片（1）的内壁面上除凹陷（2）以外的区域；或者多个气膜孔（3）的入口位于一个凹陷（2）处。该结构的凹陷-气膜冷却结构能够改善气膜孔与冷却叶片内部流道之间的匹配，从而改善气膜孔入口和气膜孔内的流动状态、提高冷却叶片外部壁面的气膜冷却性能。

用于冷却涡轮叶片的凹陷-气膜孔冷却结构及气膜冷却装置

[1] 技术领域

[2] 本发明涉及燃气轮机或航空发动机高温部件的冷却技术领域，尤其涉及一种用于冷却涡轮叶片的凹陷-气膜孔冷却结构及气膜冷却装置。

[3] 背景技术

[4] 气膜冷却对于燃气轮机/航空发动机高温部件热防护具有重要意义，如涡轮叶片冷却，燃烧室冷却。气膜冷却通常从涡轮叶片内部冷却通道获取冷却空气，气膜孔贯穿涡轮叶片壁面，气膜冷却孔连接涡轮叶片内部冷却通道与外部表面。因此，内部冷却通道内的气流通过气膜孔流出至外部表面，并尽可能在外部表面延展开来，从而将外部热气流与涡轮叶片表面隔离开，为涡轮叶片提供气膜冷却

[5] 涡轮叶片具有内部对流冷却和外部气膜冷却。冷却气流在涡轮叶片内部通道内流动以对流方式冷却叶片壁面，另一方面内部冷却通道内的气流通过气膜孔流出至叶片外部表面形成气膜冷却。

[6] 气膜冷却的效果与从涡轮叶片内部通道进入气膜冷却孔内的流体流动状况密切相关。气膜孔与内部冷却通道之间的匹配直接影响到流入气膜孔的流量大小，以及气膜孔内的流动特征。常规的气膜冷却孔与内部通道壁面直接贯通连接，内部通道内的气流流过气膜冷却孔时，容易在气膜孔入口产生流动分离和漩涡，并由于气膜孔内外压差影响下在气膜孔内形成回流，这些因素对气膜孔形成阻塞效应并对气膜冷却性能造成明显不利影响，这体现在以下几个方面：（1）由于气膜孔内的流动分离和回流形成阻塞效应，会造成气膜孔内冷却空气流量减少，从而直接降低气膜冷却性能；（2）气膜孔口的流动附着和气膜孔内的流动漩涡使得气膜孔内气流流动湍动能增强，这会增强气膜孔出流与外面高温燃气的掺混效应，从而降低气膜冷却效果。特别是，当内部通道内流动与外部主流反向时，当前的气膜孔入口和气膜孔内容易形成大范围的流动漩涡和回流，

堵塞了气膜出口流动，大大降低了外部表面气膜冷却性能。

[7] 发明内容

[8] 有鉴于现有技术的上述缺陷，本发明所要解决的技术问题是能够改善气膜孔与冷却叶片内部流道之间的匹配，从而改善气膜孔入口和气膜孔内的流动状态、提高冷却叶片外部壁面的气膜冷却性能的气膜冷却结构和气膜冷却装置。

[9] 为实现上述目的，本发明的第一方面提供了一种用于冷却叶片的凹陷-气膜孔冷却结构，包括设置在所述冷却叶片的内壁的凹陷和贯穿所述冷却叶片的气膜孔，所述气膜孔具有入口，所述入口位于所述凹陷处。

[10] 进一步地，所述入口的一部分贯穿所述凹陷所在的壁面，即所述入口的一部分位于所述凹陷所在的壁面上，所述入口的另一部分位于所述冷却叶片的壁面上除凹陷以外的区域。

[11] 优选地，所述入口的全部贯穿所述凹陷所在的壁面，即所述入口的全部位于所述凹陷所在的壁面上。

[12] 更进一步地，单个所述入口的全部位于一个凹陷所在的壁面上。

[13] 更进一步地，多个气膜孔的入口位于一个凹陷所在的壁面上。

[14] 进一步地，所述凹陷凹进内壁面中，凹陷的形状为半球形的一部分、带有斜切的球形的一部分、或带有边缘倒圆的曲面或水滴形等，但不限于此。

[15] 进一步地，所述气膜孔还具有出口，所述出口位于所述冷却叶片的外壁。

[16] 进一步地，所述气膜孔的出口是斜孔、扇形孔、圆柱形孔、棱柱形孔、棱锥形孔或圆锥形孔，但不限于此。

[17] 进一步地，所述气膜孔的中心线与所述冷却叶片的壁面的夹角为0~90°，优选为30~60°。

[18] 本发明的第二方面提供了一种气膜冷却装置，包括冷却叶片、一个或多个凹陷，以及一个或多个气膜孔，其中所述凹陷设置在所述冷却叶片的内壁，所述气膜孔贯穿所述冷却叶片，所述气膜孔具有入口，全部的所述气膜孔的入口位于所述凹陷处；或者一部分所述气膜孔的入口位于所述凹陷处，另一部分所述气膜孔的入口位于所述冷却叶片的内壁面上除凹陷以外的区域；或者多个气膜孔的入口位于一个凹陷处。

[19] 进一步地，当所述气膜孔的入口位于所述凹陷处时，单个所述入口的一部分位于所述凹陷所在的壁面上，单个所述入口的另一部分位于所述冷却叶片的壁面上除凹陷以外的区域。

[20] 优选地，当所述气膜孔的入口位于所述凹陷处时，单个所述入口的全部位于所述凹陷所在的壁面上。

[21] 进一步地，当多个气膜孔的入口位于一个凹陷处时，所述多个气膜孔的入口位于所述凹陷所在的壁面上。

[22] 进一步地，所述凹陷凹进内壁面中，凹陷的形状为半球形的一部分、带有斜切的球形的一部分、或带有边缘倒圆的曲面或水滴形等。

[23] 进一步地，所述气膜孔还具有出口，所述出口位于所述冷却叶片的外壁。

[24] 进一步地，所述气膜孔的出口是斜孔、扇形孔、圆柱形孔、棱柱形孔、棱锥形孔或圆锥形孔。

[25] 进一步地，所述气膜孔的中心线与所述冷却叶片的壁面的夹角为0~90°，优选为30~60°。

[26] 在本发明的较佳实施方式中，一种气膜冷却装置，包括冷却叶片和多个上述凹陷-气膜孔冷却结构。

[27] 本发明的冷却叶片为涡轮叶片。

[28] 相对于现有技术，本发明的优点在于，冷却叶片的内部流道中的流体流过凹陷时，会在凹陷内部形成稳定的低速涡流，并在凹陷内部为气膜孔创造一个良好的入口流动条件，使得气膜孔内的流动更加顺畅，气膜孔内气流的湍动能量也受到抑制。凹陷内部低速稳定的涡流避免了传统方案中内部通道流动在气膜孔入口产生的流动分离、流动附着以及流动回流，因而克服了常规气膜孔设置带来的缺陷，因此本发明的凹陷-气膜孔冷却结构具有更加优秀的冷却性能。特别是，当冷却叶片的内部通道内流动与外部主流反向时，本发明中的气膜孔内的流动漩涡得到显著抑制，气膜孔内流动明显改善，从而显著地提升气膜冷却性能。

[29] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明，以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

[30] 附图说明

[31] 图1是本发明的一个较佳实施例的气膜冷却装置的结构示意图；

[32] 图2是本发明的一个较佳实施例的单个凹陷-气膜孔结构示意图；

[33] 图3是本发明的一个较佳实施例的多个凹陷-气膜孔结构示意图；

[34] 图4是本发明的一个较佳实施例的凹陷-气膜孔结构的另一示意图，其中多个气膜孔位于一个凹陷处；

[35] 图5是当冷却叶片的内部通道内流动与外部主流同向时，本发明的气膜孔内气流流动情况示意图；

[36] 图6是当冷却叶片的内部通道内流动与外部主流同向时，现有的气膜孔内流动情况示意图；

[37] 图7是当冷却叶片的内部通道内流动与外部主流反向时，本发明的气膜孔内气流流动情况示意图；

[38] 图8是当冷却叶片的内部通道内流动与外部主流反向时，现有的气膜孔内流动情况示意图。

[39] 具体实施方式

[40] 如图1~4所示，本发明的一个较佳实施例提供了一种气膜冷却装置，包括冷却叶片1、一个或多个凹陷2，以及一个或多个气膜孔3，其中凹陷2设置在冷却叶片1的内壁11，气膜孔贯穿冷却叶片1，气膜孔3具有入口，全部的气膜孔3的入口位于凹陷2处；或者一部分气膜孔3的入口位于凹陷2处，另一部分气膜孔3的入口位于冷却叶片1的内壁面11上除凹陷2以外的区域；或者多个气膜孔3位于一个凹陷2处。上述凹陷2和位于该凹陷2处的气膜孔3构成凹陷-气膜孔冷却结构。

[41] 本实施例中，当气膜孔3的入口位于凹陷2处时，单个入口的一部分位于凹陷2所在的壁面上，单个入口的另一部分位于冷却叶片1的壁面上除凹陷2以外的区域（图中未显示）。

[42] 优选地，当气膜孔3的入口位于凹陷2处时，入口的全部位于凹陷2所在的壁面上。图2和图3显示了单个气膜孔3的入口的全部位于一个凹陷2所在的壁面的情况。图4显示了多个气膜孔3的入口的全部位于一个凹陷2所在的壁面上。

[43] 凹陷2的形状可以为半球形的一部分、带有斜切的球形的一部分、或带有边缘

倒圆的曲面或水滴形。在其它实施例中也可以根据需要设计凹陷2的形状。

[44] 气膜孔3还具有出口，出口位于冷却叶片1的外壁12。气膜孔3的出口可以是斜孔、扇形孔、圆柱形孔、棱柱形孔、棱锥形孔或圆锥形孔。在其它实施例中也可以根据需要设计气膜孔3的出口的形状。

[45] 气膜孔3的中心线与冷却叶片1的壁面的夹角为0~90°，优选为30~60°。

[46] 本实施例的冷却叶片1为涡轮叶片。

[47] 本实施例的气膜冷却装置包括冷却叶片1和单个凹陷-气膜孔冷却结构（见图2）或多个凹陷-气膜孔冷却结构（见图3）；或一个或多个的单个凹陷-多个气膜孔冷却结构（见图4）。图中的箭头4表示冷却叶片外部壁面的气流流动方向，箭头5表示冷却叶片的内部气流流动方向。

[48] 相对于现有技术，本实施例的优点在于，冷却叶片1的内部流道中的流体流过凹陷2时，会在凹陷2内部形成稳定的低速涡流，并在凹陷2内部为气膜孔3创造一个良好的入口流动条件，使得气膜孔3内的流动更加顺畅，气膜孔3内气流的湍动能量也受到抑制。凹陷2内部低速稳定的涡流避免了传统方案中内部通道流动在气膜孔3入口产生的流动分离、流动附着以及流动回流，因而克服了常规气膜孔3设置带来的缺陷，因此本实施例的凹陷-气膜孔冷却结构具有更加优秀的冷却性能。

[49] 具体地，如图5所示，本实施例中，当冷却叶片1的内部通道内流动与外部主流同向时，气膜孔3内流动顺畅，因而气膜冷却性能更好。而现有技术中，如图6所示，由于气膜孔3入口处没有设置凹陷结构，气膜孔3内存在流动漩涡和回流，阻碍了气膜出口流动，因而降低了气膜冷却性能。图中的箭头4表示冷却叶片外部壁面的气流流动方向，箭头5表示冷却叶片的内部气流流动方向。

[50] 如图7所示，本实施例中，当冷却叶片1的内部通道内流动与外部主流反向时，气膜孔3内的流动漩涡得到抑制，气膜孔3内流动顺畅，气膜冷却性能更好。而现有技术中，如图8所示，由于气膜孔3入口处没有设置凹陷结构，气膜孔3内存在大范围流动漩涡和回流，几乎堵塞了气膜出口流动，因而降低了气膜冷却性能。图中的箭头4表示冷却叶片外部壁面的气流流动方向，箭头5表示冷却叶片的内部气流流动方向。

[51] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解，本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此，凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案，皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

权利要求书

[权利要求 1] 一种用于冷却叶片的凹陷-气膜孔冷却结构，其特征在于，包括设置在所述冷却叶片的内壁面上的凹陷和贯穿所述冷却叶片的气膜孔，所述气膜孔具有入口，所述入口位于所述凹陷处。

[权利要求 2] 根据权利要求1所述的凹陷-气膜孔冷却结构，其特征在于，所述入口的全部位于所述凹陷所在的壁面上。

[权利要求 3] 根据权利要求1所述的凹陷-气膜孔冷却结构，其特征在于，所述入口的一部分位于所述凹陷所在的壁面上，所述入口的另一部分位于所述冷却叶片的壁面上除凹陷以外的区域。

[权利要求 4] 根据权利要求1所述的凹陷-气膜孔冷却结构，其特征在于，所述凹陷凹进内壁面中，凹陷的形状为球面的一部分、或带有斜切的球面的一部分、或带有边缘倒圆的曲面或水滴形等。

[权利要求 5] 根据权利要求1所述的凹陷-气膜孔冷却结构，其特征在于，所述气膜孔还具有出口，所述出口位于所述冷却叶片的外壁。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的凹陷-气膜孔冷却结构，其特征在于，所述气膜孔的中心线与所述冷却叶片的壁面的夹角为0~90°。

[权利要求 7] 一种气膜冷却装置，其特征在于，包括冷却叶片、一个或多个凹陷，以及一个或多个气膜孔，其中所述凹陷设置在所述冷却叶片的内壁，所述气膜孔贯穿所述冷却叶片，所述气膜孔具有入口，全部的所述气膜孔的所述入口位于所述凹陷处；或者一部分所述气膜孔的入口位于所述凹陷处，另一部分所述气膜孔的入口位于所述冷却叶片的内壁面上除凹陷以外的区域；或者多个气膜孔的入口位于一个凹陷处。

[权利要求 8] 根据权利要求7所述的气膜冷却装置，其特征在于，当所述气膜孔的入口位于所述凹陷处时，单个所述入口的一部分位于所述凹陷所在的壁面上，单个所述入口的另一部分位于所述冷却叶片的壁面上除凹陷以外的区域。

[权利要求 9] 根据权利要求7所述的气膜冷却装置，其特征在于，当所述气膜孔

的入口位于所述凹陷处时，单个所述入口的全部位于所述凹陷所在的壁面上。

[权利要求 10] 根据权利要求7所述的气膜冷却装置，其特征在于，当多个气膜孔的入口位于一个凹陷处时，所述多个气膜孔的入口位于所述凹陷所在壁面上。

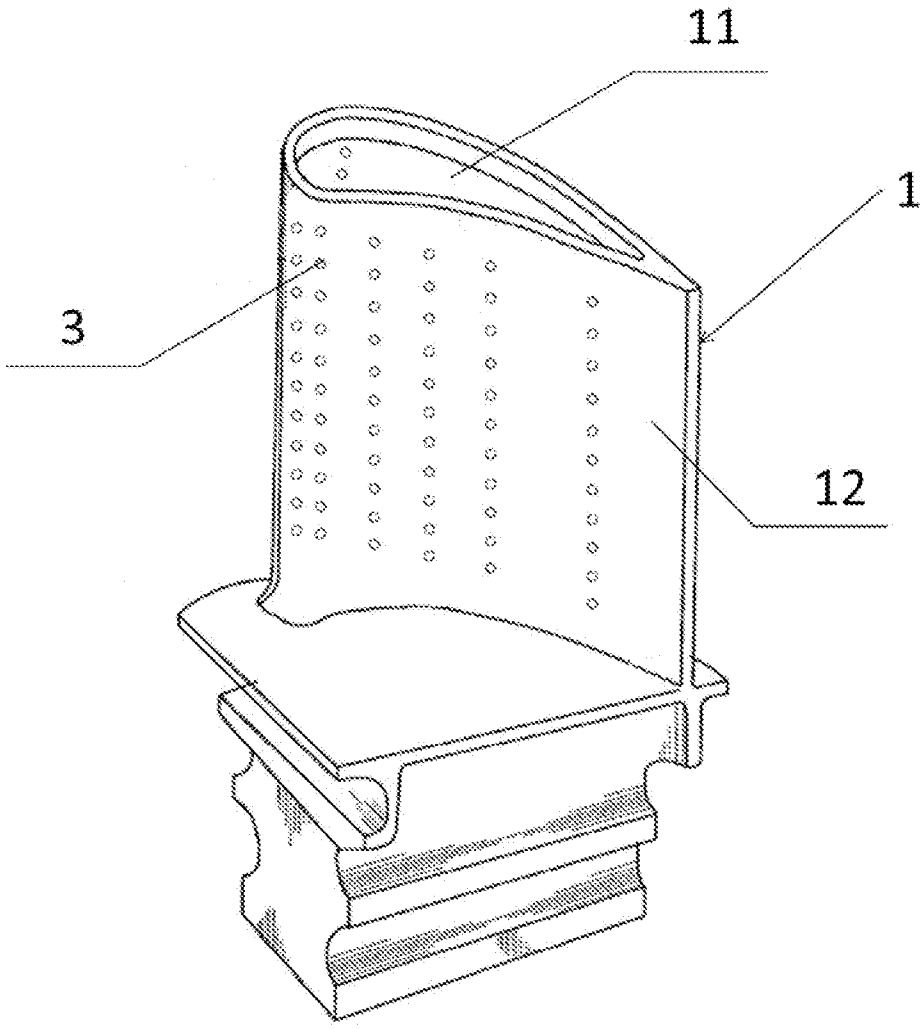


图 1

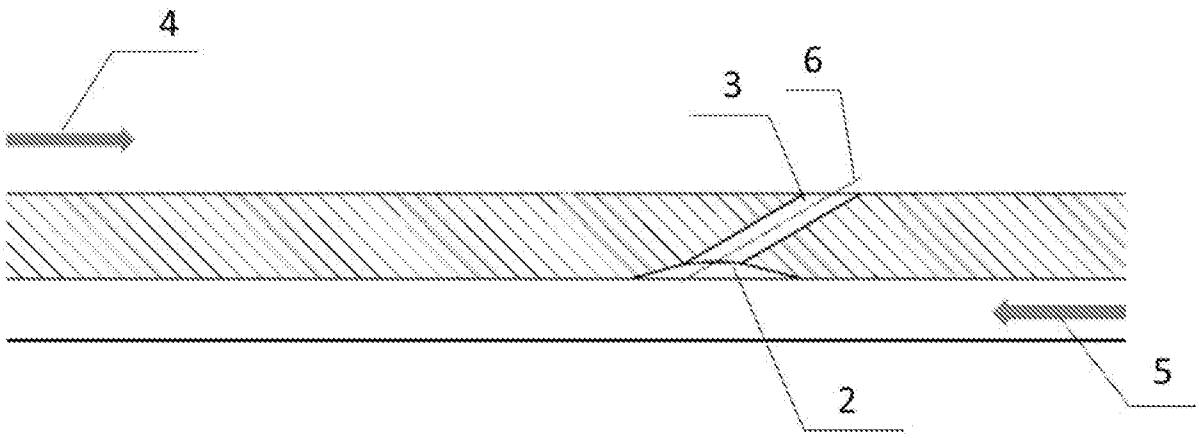


图 2

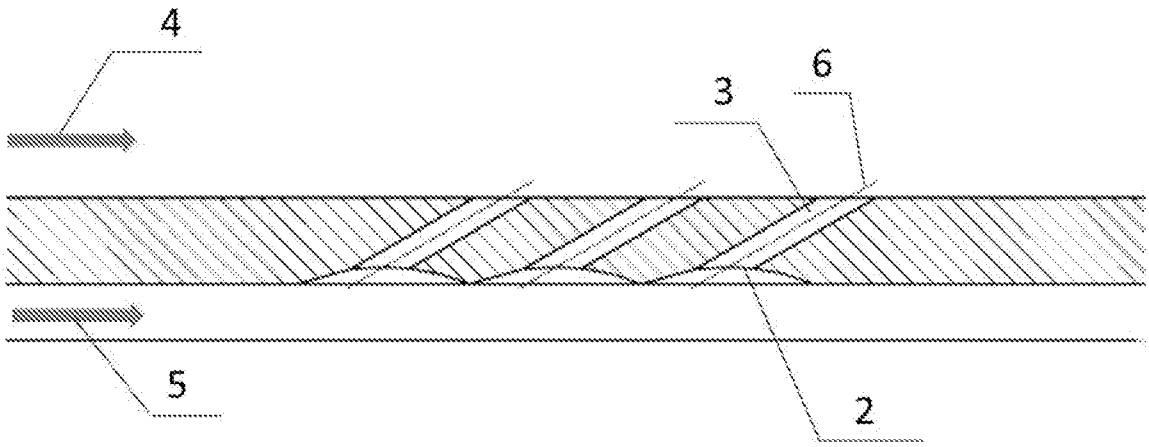


图 3

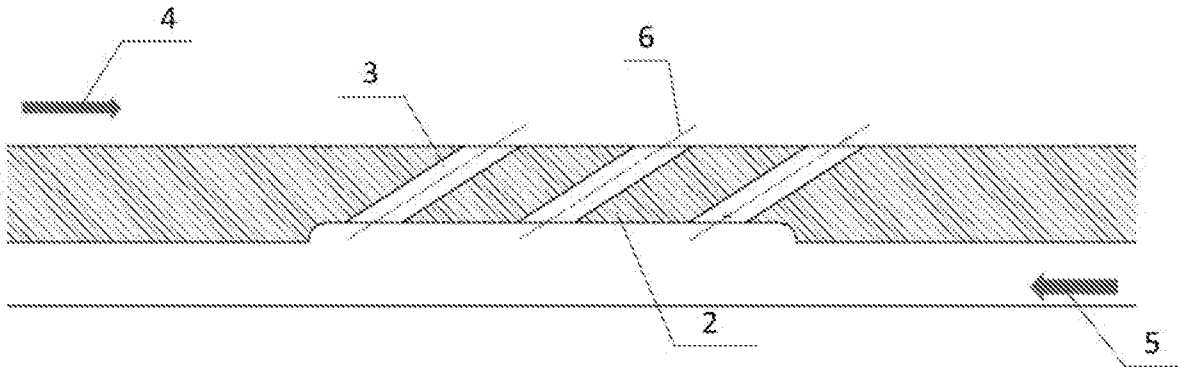


图 4

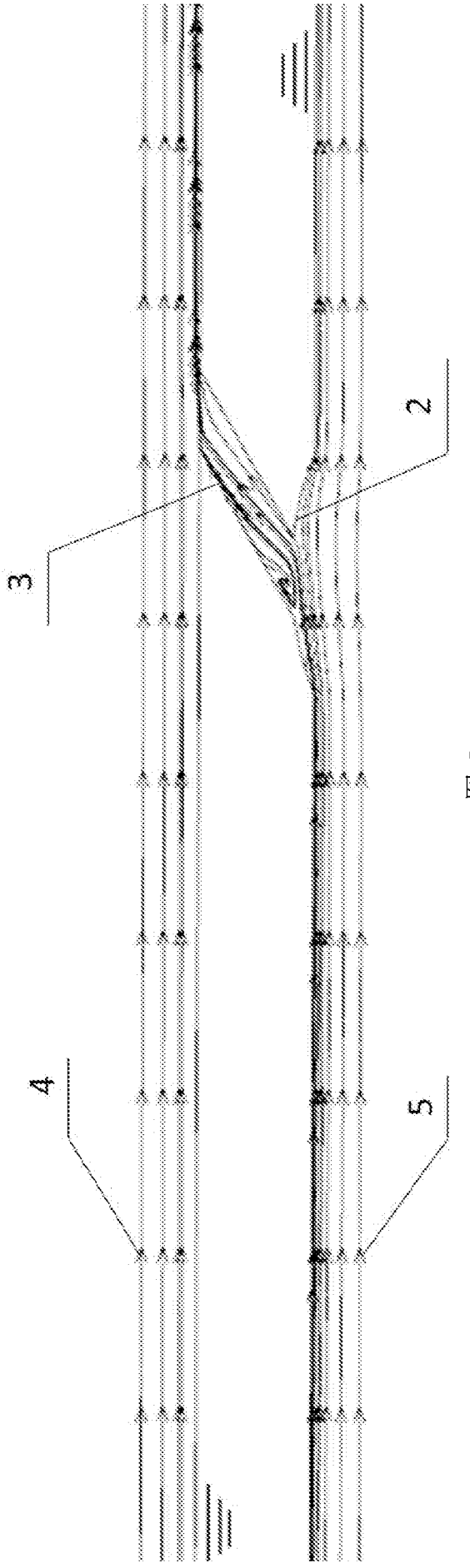


图 5

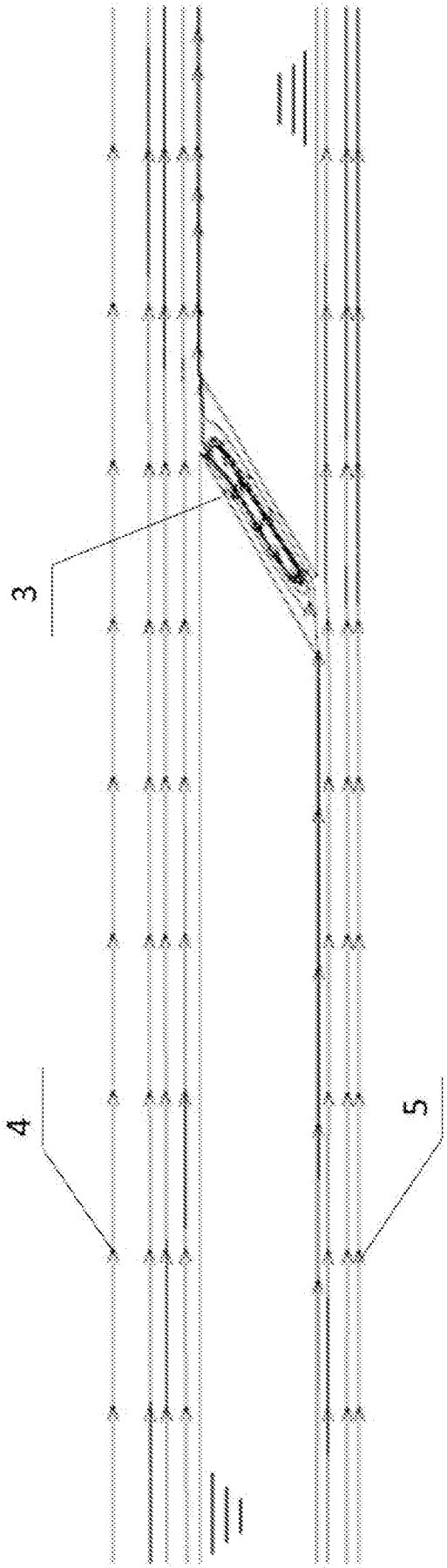


图 6

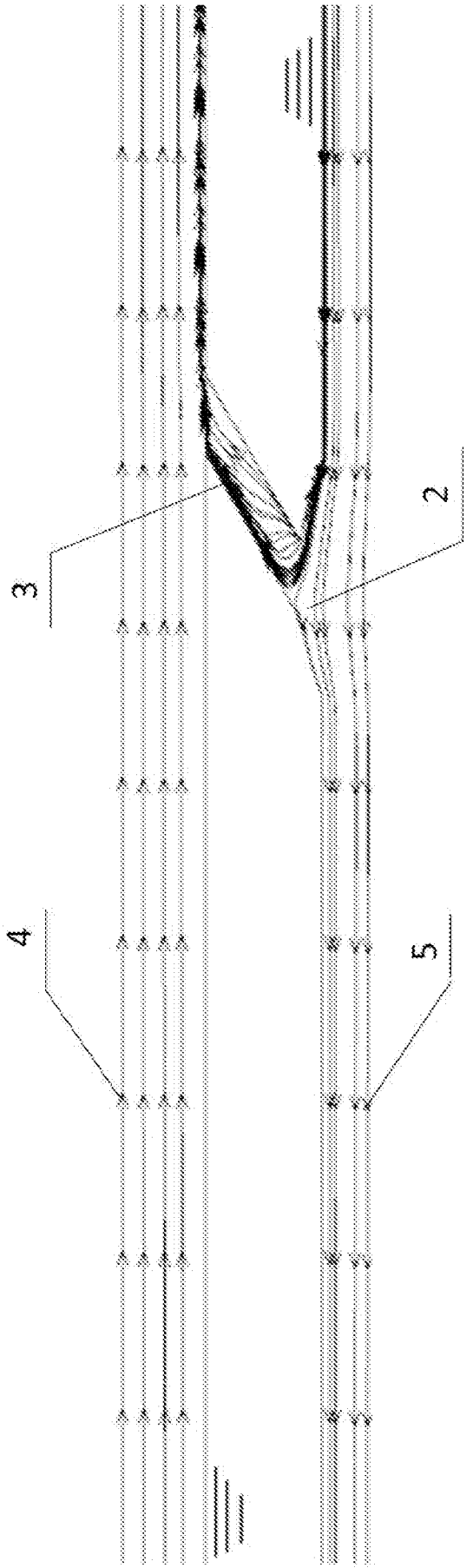


图 7

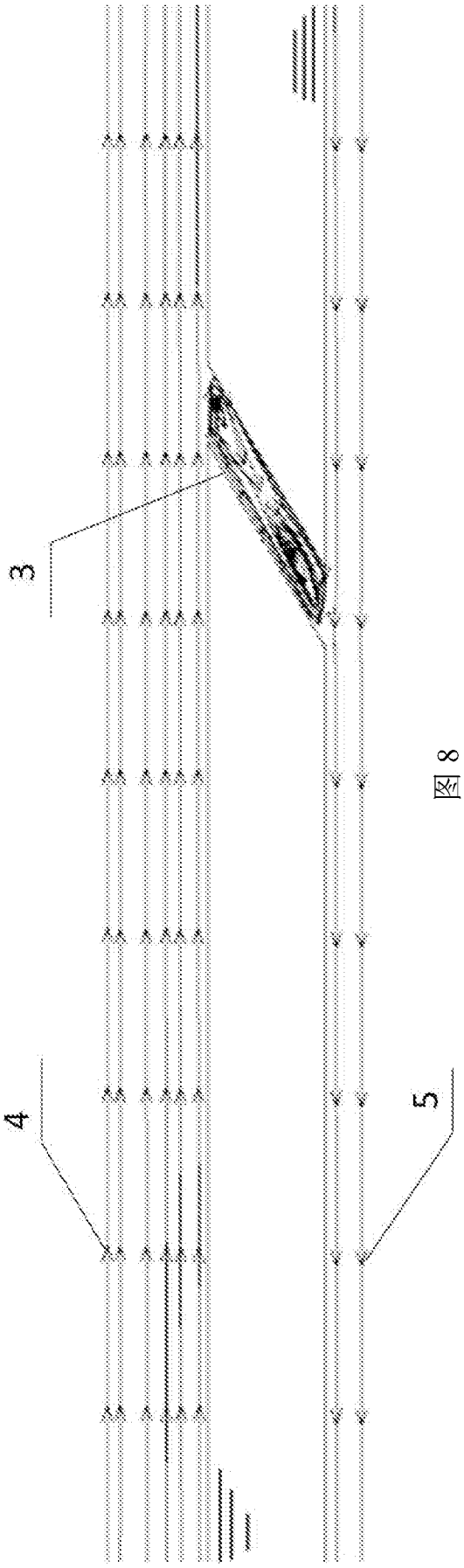


图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/074945

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01D 5/18 (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)

F01D

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, SIPOABS, DWPI, CNKI: 孔, 开口, 气膜孔, 入口, 凹陷, 冷却, hole, opening, film, inlet, recess, cool

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107246283 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY), 13 October 2017 (13.10.2017), claims 1-10	1-10
X	US 2016160655 A1 (ROLLS ROYCE CORP.), 09 June 2016 (09.06.2016), description, paragraphs [0023]-[0028], and figure 2B	1-10
A	CN 102200056 A (GENERAL ELECTRIC CO.), 28 September 2011 (28.09.2011), entire document	1-10
A	US 2004197190 A1 (STEC, P.F. et al.), 07 October 2004 (07.10.2004), entire document	1-10
A	CN 105392965 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS LTD.), 09 March 2016 (09.03.2016), entire document	1-10

☐ 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
23 April 2018	07 May 2018
Name and mailing address of the ISA 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, Fei Telephone No. 62085294

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/074945

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 107246283 A	13 October 2017	None	
US 2016160655 A1	09 June 2016	None	
CN 102200056 A	28 September 2011	RU 2010111235 A	27 September 2011
		EP 2369235 A2	28 September 2011
		RU 2530685 C2	10 October 2014
		US 2011232299 A1	29 September 2011
		JP 2011202655 A	13 October 2011
US 2004197190 A1	07 October 2004	US 6991430 B2	31 January 2006
CN 105392965 A	09 March 2016	JP WO2015015859 A1	02 March 2017
		KR 20160023877 A	03 March 2016
		EP 3009603 A4	27 July 2016
		KR 101785228 B1	12 October 2017
		EP 3009603 A1	20 April 2016
		US 2016169051 A1	16 June 2016
		WO 2015015859 A1	05 February 2015
		JP 6227653 B2	08 November 2017
		CN 105392965 B	06 June 2017

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/074945

A. 主题的分类

F01D 5/18(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)

F01D

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,SIPOABS,DWPI,CNKI:孔，开口，气膜孔，入口，凹陷，冷却，hole, opening, film, inlet, recess, cool

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 107246283 A (上海交通大学) 2017年 10月 13日 (2017-10-13) 权利要求1-10	1-10
X	US 2016160655 A1 (ROLLS ROYCE CORP) 2016年 6月 9日 (2016-06-09) 说明书第[0023]-[0028]段、图2B	1-10
A	CN 102200056 A (通用电气公司) 2011年 9月 28日 (2011-09-28) 全文	1-10
A	US 2004197190 A1 (STEC PHILIP FRANCIS等) 2004年 10月 7日 (2004-10-07) 全文	1-10
A	CN 105392965 A (三菱日立电力系统株式会社) 2016年 3月 9日 (2016-03-09) 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
2018年 4月 23日	2018年 5月 7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 吴斐 电话号码 62085294

表 PCT/ISA/210 (第2页) (2015年1月)

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/074945

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	107246283	A	2017年 10月 13日	无			
US	2016160655	A1	2016年 6月 9日	无			
CN	102200056	A	2011年 9月 28日	RU	2010111235	A	2011年 9月 27日
				EP	2369235	A2	2011年 9月 28日
				RU	2530685	C2	2014年 10月 10日
				US	2011232299	A1	2011年 9月 29日
				JP	2011202655	A	2011年 10月 13日
US	2004197190	A1	2004年 10月 7日	US	6991430	B2	2006年 1月 31日
CN	105392965	A	2016年 3月 9日	JP	WO2015015859	A1	2017年 3月 2日
				KR	20160023877	A	2016年 3月 3日
				EP	3009603	A4	2016年 7月 27日
				KR	101785228	B1	2017年 10月 12日
				EP	3009603	A1	2016年 4月 20日
				US	2016169051	A1	2016年 6月 16日
				WO	2015015859	A1	2015年 2月 5日
				JP	6227653	B2	2017年 11月 8日
				CN	105392965	B	2017年 6月 6日