(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112254563 A
(43)申请公布日 2021.01.22

(21)申请号 201910661744.0

(22)申请日 2019.07.22

(71)申请人 海德鲁铝业(苏州)有限公司
地址 215024 江苏省苏州市苏州工业园区淞北路236号

(72)发明人 李敏霞 A.艾斯佩达尔 N.V.格文达拉尔 O.J.埃莫霍夫 郭平创 苏景辉 徐红平

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001
代理人 童春媛 周齐宏

(51)Int.Cl.
F28F 1/40(2006.01)
F28F 21/08(2006.01)
F28F 19/00(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

具有高耐腐蚀性的长寿命铝合金和由该合金生产的螺旋槽管

(57)摘要

本发明涉及具有高耐腐蚀性的长寿命铝合金和由该合金生产的螺旋槽管。一种铝合金,优选包含:1.0-1.5wt%的Mn,至多0.1wt%的Mg、至多0.3wt%的Si、至多0.3wt%的Fe、至多0.1wt%的Cu、至多0.25wt%的Cr、至多0.1wt%的Ni、至多0.3wt%的Zn、至多0.1wt%的Ti、至多0.2wt%的Zr和不可避免的杂质,每种杂质最大为0.05wt%,且杂质总计最大为0.15wt%,余量为铝。本发明还涉及包含管和翅片的热交换器,其中所述管由所述铝合金制成。

CN 112254563 A

1.铝合金，优选包含：1.0-1.5wt％的Mn，至多0.1wt％的Mg、至多0.3wt％的Si、至多0.3wt％的Fe、至多0.1wt％的Cu、至多0.25wt％的Cr、至多0.1wt％的Ni、至多0.3wt％的Zn、至多0.1wt％的Ti、至多0.2wt％的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt％，且杂质总计最大为0.15wt％，余量为铝。

2.根据权利要求1的铝合金，其中所述合金包含<0.08％的Mg。

3.根据权利要求1或2的铝合金，其中所述合金包含：1.0-1.2wt%的Mn、至多0.1wt%的Mg、0.10-0.15wt%的Si、至多0.3wt%的Fe、至多0.05wt%的Cu、至多0.03-0.2wt％的Cr、至多0.05wt％的Ni、至多0.2-0.3wt％的Zn、至多0.1wt％的Ti、至多0.2wt％的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt％，且杂质总计最大为0.15wt%，余量为铝。

4.根据权利要求1-3中任一项的铝合金，其中所述合金包含：1.0-1.1wt％的Mn、至多0.05wt％的Mg、0.10-0.15wt％的Si、至多0.3wt％的Fe、至多0.05wt％的Cu、0.05-0.1wt％的Cr、优选0.0至多0.05wt％的Ni、0.2-0.25wt％的Zn、至多0.05wt％的Ti、至多0.05wt％的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt％，且杂质总计最大为0.15wt%，余量为铝。

5.铝管，由根据权利要求1-4的合金生产。

6.根据权利要求5的铝管，具有内部开槽的表面。

7.根据权利要求5或6的铝管，其中所述槽具有至少为0.05mm的高度。

8.包含管和翅片的热交换器，其中所述管由权利要求5的铝管制成。

9.根据权利要求8的热交换器，其中所述管由多端口挤出管形成。

10.根据权利要求8的热交换器，其中所述管插入板中的孔，所述板形成热交换器的翅片。

具有高耐腐蚀性的长寿命铝合金和由该合金生产的螺旋槽管

技术领域

[0001] 本发明涉及用于热交换器的管的铝合金并涉及由该合金生产的管。该管优选具有内螺旋槽或内直槽或直槽与螺旋槽的组合。本发明还涉及包含该管的热交换器。

背景技术

[0002] 当制造用于热交换器的传热管时，重要的是确保管的高效传热性能。已知在它们的内表面上提供具有交替槽的传热管。这些槽协作以增强在管内递送的流体传热介质(例如水)的湍流。这种湍流增加了靠近管内表面的流体混合，以减少或实际上消除靠近管内表面的流体介质的边界层积聚，否则该边界层积聚会增加管的传热阻力。槽和脊还为另外的热交换提供额外的表面积。

[0003] 螺旋槽管(下文称为HG管)广泛应用于家用和商用空调、热泵热水器等中的热交换器中。热交换器管的内部开槽过程从例如EP1866119中已知。市场上用于HG管的合金主要为AA3003或为了更好的耐腐蚀性而具有锌电弧喷涂涂层的AA3003。对耐腐蚀的热交换器存在需求，并且在许多应用中使用所谓的“长寿命”合金以满足要求。然而，由于可拉拔性和抗拉强度的限制，现有的长寿命合金不能应用于制造螺旋槽管。AA3003合金HG管不满足市场上耐腐蚀性的要求，然而它具有优异的可拉拔性和高抗拉强度，以及对严苛的螺旋开槽过程的良好耐性。可通过用Zn涂层喷涂管来改善耐腐蚀性。但是，如果通过加入锌电弧喷涂来改善AA3003 HG管的耐腐蚀性，由于锌电弧喷涂和锌扩散退火过程，成本将大大增加。因此，需要适用于制造螺旋槽管的长寿命合金。

发明内容

[0004] 出于解决上述问题的目的，本发明的一个方面涉及一种铝合金，优选包含：1.0-1.5wt％的Mn，至多0.1wt％的Mg、至多0.3wt％的Si、至多0.3wt％的Fe、至多0.1wt％的Cu、至多0.25wt％的Cr、至多0.1wt％的Ni、至多0.3wt％的Zn、至多0.1wt％的Ti、至多0.2wt％的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt％，且杂质总计最大为0.15wt％，余量为铝。

[0005] 本发明的另一个方面涉及由根据本发明的合金生产的铝管。

[0006] 本发明的再一个方面涉及包含管和翅片的热交换器，其中所述管由根据本发明的铝管制成。

[0007] 根据本发明的合金适用于制造用于热交换器的耐腐蚀管。具体地，该合金由于它的机械强度和可成形性结合它的耐腐蚀性质而适用于制造螺旋槽管。传热管通常用于在汽车以及热通空调和冰箱工程(HVAC&R)部门中使用的设备，例如蒸发器、冷凝器、冷却器和加热器。在这些应用中可以使用各种传热介质，包括但不限于纯水、水-二醇(glycol)混合物、任何类型的制冷剂(例如R-22、R-134a、R-123、R410a等)、氨、石化流体和其他混合物。

附图说明

[0008] 图1显示根据本发明的合金A的管以及由具有和不具有Zn涂层的合金B制成的管的穿孔时间。

[0009] 图2a显示在SWAAT测试7天后，来自合金B的管的泄漏管的横截面。

[0010] 图2b显示在SWAAT测试118天后，来自根据本发明的合金A的未穿孔管的横截面。

[0011] 图3：螺旋开槽工具箱。

[0012] 图4：根据本发明的挤出管和由合金B制成的管的机械性质。

[0013] 图5：与由合金B制成的管相比，根据本发明的螺旋槽管在在线(inline)退火之后的机械性质。

[0014] 图6：螺旋槽管的拉拔过程概括。

具体实施方式

[0015] 表1中的合金是根据本发明的用于制造热交换器管的长寿命合金的规格。化学组成包含：1.0-1.5wt%的Mn、至多0.1wt%的Mg，优选0.08wt%的Mg、至多0.3wt%的Si、至多0.3wt%的Fe、至多0.1wt%的Cu、至多0.25wt%的Cr、至多0.1wt％Ni、至多0.3wt%的Zn、至多0.2wt％的Ti、至多0.2wt％的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt%且杂质总计最大为0.15wt%，余量为铝。

[0016] 优选地，本发明的合金涉及一种铝合金，包含：1.0-1.2wt％的Mn、至多0.1wt％的Mg，优选0.08wt％的Mg、0.10-0.15wt％的Si、至多0.3wt％的Fe、至多0.05wt％的Cu、至多0.03-0.2wt％的Cr、至多0.05wt％的Ni、至多0.2-0.3wt％的Zn、至多0.1wt％的Ti、至多0.2wt％的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt％且杂质总计最大0.15wt%，余量为铝。

[0017] 最优选地，本发明的合金涉及一种铝合金，包含：1.0-1.1wt％的Mn、至多0.05wt％的Mg、0.10-0.15wt％的Si、至多0.3wt％的Fe、至多0.05wt％的Cu、0.05-0.1wt％的Cr、优选0.0至多0.05wt%的Ni、0.2-0.25wt%的Zn、至多0.05wt%的Ti、至多0.05wt%的Zr和不可避免的杂质，每种杂质最大为0.05wt%且杂质总计最大为0.15wt%，余量为铝。

[0018] 本发明还涉及由此类铝合金生产的铝管，尤其涉及具有内部开槽表面的管。内部槽优选具有至少0.05mm的高度。

[0019] 本发明还涉及包含管和翅片的热交换器，其中管由本发明的铝管制成，该热交换器优选通过将管插入板中的孔内制成，所述板形成热交换器的翅片。热交换器也可以是由平行的多端口挤出管形成的蛇管热交换器，在多端口挤出管之间钎焊了波状的铝翅片。

元素	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Zr	Ti	其他每种	其他总计
合金A wt%	≤0.3	≤0.3	≤0.1	1.00-1.50	<0.1	≤0.25	≤0.1	≤0.3	0.2	≤0.2	≤0.05	≤0.15

[0020] 表1。

[0021] 本发明的合金是精心选择的元素的组合，所述元素在一定范围内，提供尤其适用于具有内部槽的热交换器管的性质。

[0022] Mn是用于改善合金强度的主要添加元素，如果Mn量小于1.0wt％，则合金的强度不足以经受螺旋开槽过程并可能引起管破裂。如果Mn含量超过1.5wt％，则管膨胀变得困难，因为材料将变得太硬而需要更大的力来使管膨胀，这将引起管内翅片的倒塌，并且由于在膨胀期间翅片和拉拔塞之间的高摩擦力，管处于弯曲风险，这将影响钎焊后的管耐腐蚀性。

Mn的优选含量为1.0-1.2wt％,更优选1.0-1.1wt％。

[0023] Mg应为≤0.1wt％,优选≤0.08wt％,最优选≤0.05wt％,以利用Nocolok钎剂施用获得热交换器的良好钎焊。

[0024] 将Si和Fe各自控制至≤0.3wt％,这是为了改善耐腐蚀性。Si的含量应优选为0.10-0.15wt％,以改善耐腐蚀性能。

[0025] 加入Cr以细化晶粒结构并改善合金强度和耐腐蚀性,但是为了在螺旋开槽过程期间的良好可挤出性和良好可成形性,需要将它控制至≤0.25wt％,优选≤0.05-0.2wt％,更优选≤0.05-0.1wt％。

[0026] Cu应为≤0.1wt％,优选Cu含量应为≤0.05wt％,这是为了管的良好耐腐蚀性。

[0027] Zn是加入至多0.3wt％的重要元素,用于改善抗点蚀性,驱使腐蚀在管表面周围均匀。优选Zn的含量为0.1wt％-0.3wt％,优选0.2-0.3wt％,更优选0.25-0.3wt％。

[0028] 将Fe控制为至多0.3wt％的Fe,因为更高含量可负面地影响耐腐蚀性。高含Fe颗粒充当阴极,溶解阳极性围绕物。

[0029] 已知Ni对耐晶间腐蚀性非常不利,并且应限制在≤0.1wt％,优选≤0.05wt％。

[0030] Ti主要用于晶粒细化,但也用于改善耐腐蚀性。Ti含量应限制至≤0.2wt％,≤0.1wt％,优选≤0.05wt％。

[0031] 由于对金属间化合物的尺寸的积极影响,Zr被认为对腐蚀是积极的,可加入至多0.2wt％。所形成的金属间化合物Al3Zr尚未知晓在腐蚀性环境中是活性的,因此对耐腐蚀性无害。如果添加超过0.2wt％的Zr,则由于Zr是昂贵的元素,合金成本将是高的。包含>0.2wt％的Zr的合金也将更难再循环,并具有较低的可成形性。

[0032] 已经进行了测试,以比较根据本发明的合金A与具有稍高的Si、Fe和Ti含量但较低Zn和Cr含量的合金B的耐腐蚀性。根据本发明的合金中组合的锌、Si和Fe的含量是优异的耐腐蚀性的主要原因。Cr增加了合金的强度,并补偿了由于Si和Fe的较低含量而损失的强度的某些部分。如显示测试合金A和B(具有和不具有Zn涂层,“ZAS”)的螺旋槽管的SWAAT结果的图1和2中可看出的,合金A的耐腐蚀性远高于合金B管的耐腐蚀性。所有非Zn涂覆的合金B的管在仅仅暴露7天后就泄漏。

元素	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Ti	其他元素,每种
合金 A	0.126	0.185	0.003	1.127	0.01	0.066	0.006	0.22	0.013	-
合金 B	0.175	0.564	0.076	1.119	0.004	0.003	-	0.018	0.018	-

[0033] 表2。

[0034] 图2a是由合金B制成的管的横截面照片,其显示在SWAAT中测试7天后就已经泄漏。腐蚀模式是点蚀,而在图2b合金A管的横截面中,发生了更均匀的腐蚀,且合金A管仅在118天SWAAT后才泄漏。

[0035] 用于制造螺旋槽管的设备示于图3。

[0036] 在挤压机中将合金坯段挤出以形成基管(1),通过连续拉拔机将基管拉拔至管(8)的尺寸,见图3。管通过具有固定塞(3)位置的拉拔站(2),且然后经钢轴(5)连接而通到固定螺旋开槽塞(4)位置。这些管被螺旋开槽塞(4)拉拔,用于在管内部制作螺旋槽而没有管的膨胀。放入管内的塞将管成形至所需的内径。在螺旋开槽期间,在齿轮箱6中有围绕管的钢球(7),球由高速旋转的马达驱动并且将铝压入模中用于螺旋开槽。外径由围绕管旋转的钢

球的直径和齿轮箱大小的装配尺寸决定。为了通过开槽过程，合金必须具有良好的可成形性和高强度。

[0037] 在螺旋开槽之后，管(1)将具有球状印迹并可能需要通过包含拉拔模和拉拔塞的无芯棒拉拔单元，用于使外表面平滑并获得最终的管尺寸。

[0038] 图4显示根据EN 755-2测试的管的抗拉强度。

[0039] 由根据本发明的合金A制成的HG管的抗拉强度均略低于由合金B制成的管，但强度好到足以确保通过螺旋开槽过程可靠地制造。

[0040] 在图5中，示出了通过在用200m / min的拉拔速度拉拔期间将管加热至450至550℃而在线退火之后的螺旋管的机械性质。

[0041] 在通过拉拔站不同次数后，拉拔期间管尺寸的减小示于图6。测试的管的管尺寸为：外径(OD)= 7mm，壁厚(WT)= 0.47mm，翅片高度(FH)= 0.25mm且槽数量(FN)= 50。图6中概括了拉拔测试。图中的柱显示在各次拉拔中尺寸的%减小。管的总拉拔变形为81％。

[0042] 基于由根据本发明的合金制成的管的可拉拔性，外径可为5至10mm，壁厚为0.35-0.7mm，翅片高度最大为0.35mm且翅片数量最大为50。

[0043] 通过如下生产具有增强的传热性能的热交换器：在管内部上形成内部槽，所述管要被插入在铝散热翅片(也称为翅片管型热交换器)中打开的插入孔中，且然后将用于使管膨胀的心轴插入，所述心轴具有大于传热管内径的外径，并且传热管的外周表面与铝散热翅片的插入孔紧密接触。

[0044] 根据本发明的合金还可用于生产规则的圆管和挤出微通道扁管(MPE)。光滑管优选的尺寸为5-30mm的直径和在0.3mm之上的壁厚。MPE的优选尺寸为宽度下至8mm，且最小高度为1mm，且壁厚在0.15mm之上。

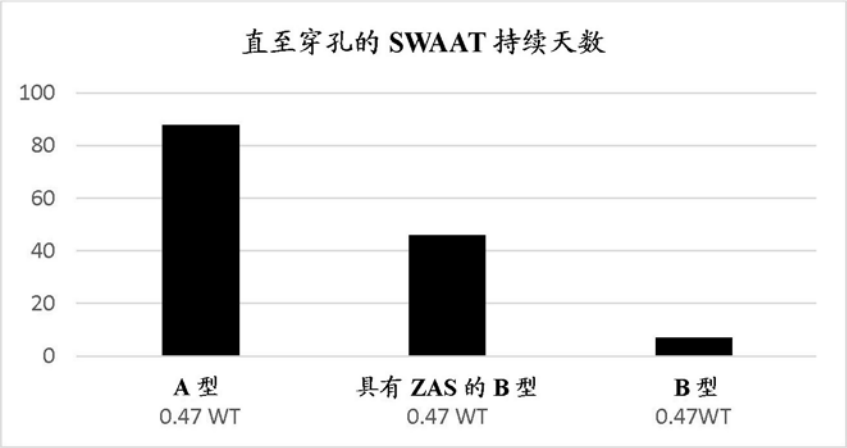

直至穿孔的 SWAAT 持续天数
100
80
60
40
20
0
A 型
0.47 WT
具有 ZAS 的 B 型
0.47 WT
B 型
0.47WT

图 1

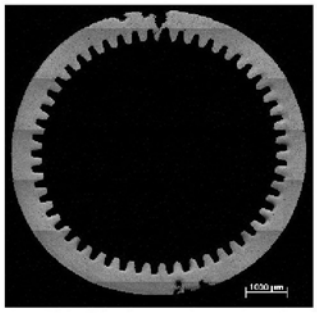


图 2a

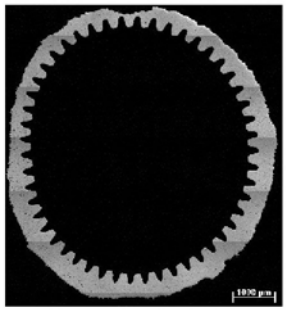


图 2b

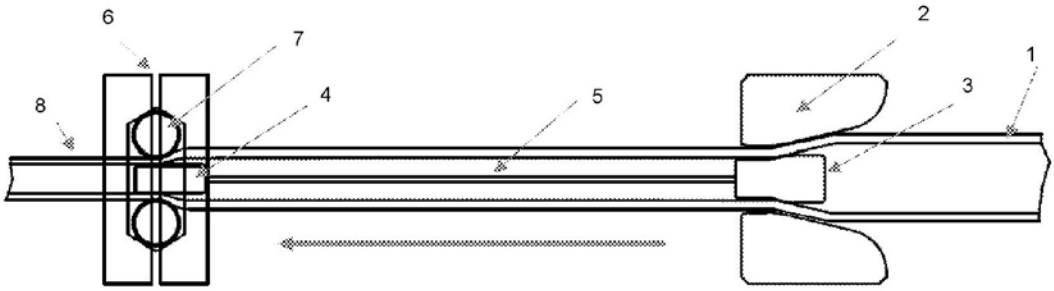

6
7
8
4
5
2
1
3

图 3

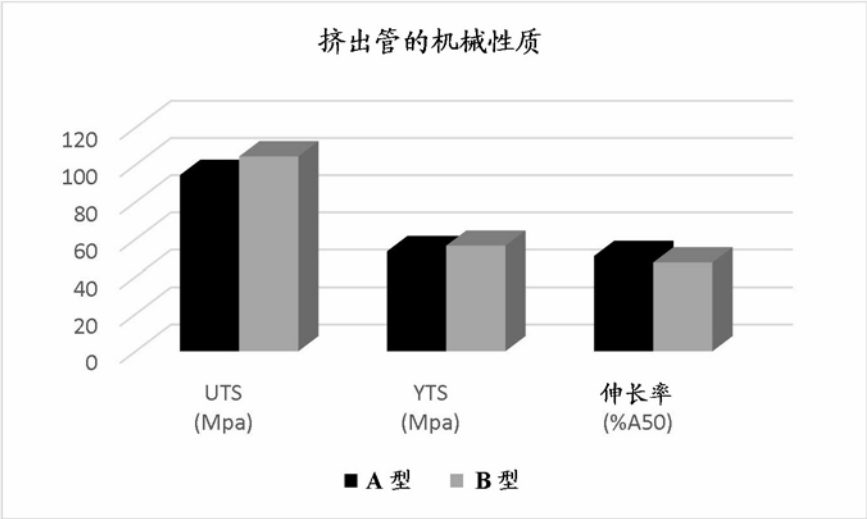

挤出管的机械性质
120
100
80
60
40
20
0
UTS
(Mpa)
YTS
(Mpa)
伸长率
(%A50)
A 型
B 型

图 4

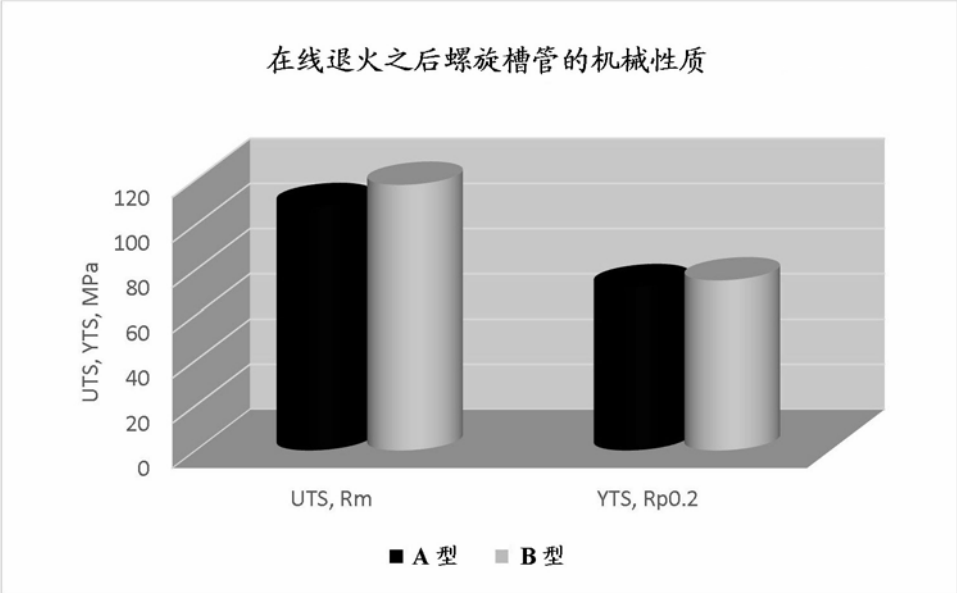

在线退火之后螺旋槽管的机械性质
UTS, YTS, MPa
120
100
80
60
40
20
0
UTS, Rm
YTS, Rp0.2
A 型
B 型

图 5

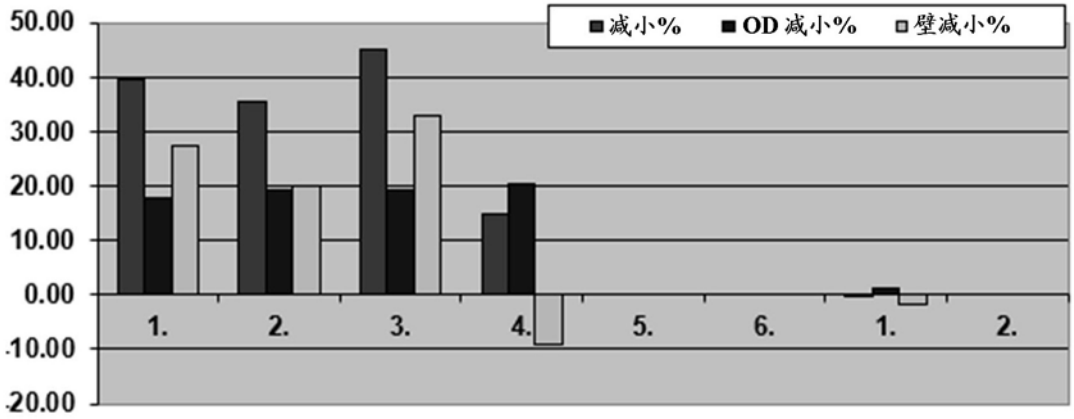

减小%
OD 减小%
壁减小%
50.00
40.00
30.00
20.00
10.00
0.00
-10.00
-20.00
1.
2.
3.
4.
5.
6.
1.
2.

图 6