



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107739880 A

(43)申请公布日 2018.02.27

(21)申请号 201711242581.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2010.07.08

G22C 9/02(2006.01)

(30)优先权数据

G22C 9/06(2006.01)

61/224,671 2009.07.10 US

G22F 1/08(2006.01)

F28F 21/08(2006.01)

(62)分案原申请数据

201080031914.4 2010.07.08

(71)申请人 鲁瓦塔富兰克林股份有限公司

地址 美国肯塔基州

(72)发明人 P·M·芬尼 L·伊根伯格

A·卡姆夫 T·戈贝尔 E·贡

E·罗特曼

(74)专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事

务所(普通合伙) 11201

代理人 宋融冰

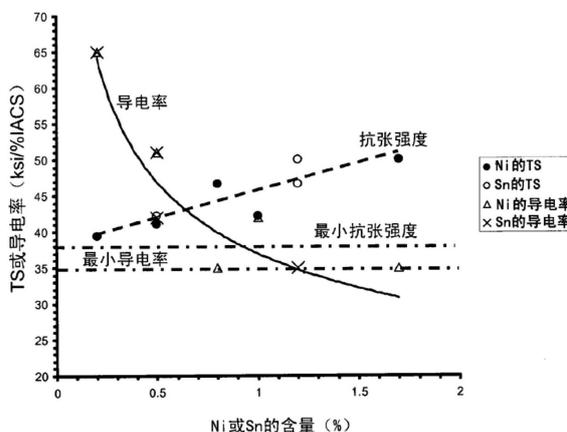
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

用于热交换器管的铜合金

(57)摘要

一种包含铜、镍、锡和任选的磷的合金,所述合金可用于例如热交换器中的铜合金管,提供了优异的断裂强度和可加工性,减轻了管材的重量,可用于使用诸如二氧化碳之类的冷却介质的高压应用。



1. 一种用于热交换器的铜合金,所述铜合金包含:
  - a) 0.3重量%-0.7重量%的镍;
  - b) 0.2重量%-1.0重量%的锡;和
  - c) 0.01重量%-0.07重量%的磷;其中合金的余下部分是铜和杂质,并且所述铜合金的粒度为1-50 $\mu\text{m}$ 。
2. 如权利要求1所述的合金,其特征在于,锡在所述合金中的含量为0.3重量%-0.7重量%。
3. 如权利要求1所述的合金,其特征在于,镍在所述合金中的含量为0.5重量%,锡在所述合金中的含量为0.5重量%。
4. 如权利要求1所述的合金,其特征在于,磷在所述合金中的含量为0.020重量%。
5. 如权利要求1所述的合金,其特征在于,所述合金的粒度为10-25 $\mu\text{m}$ 。
6. 一种用于热交换器的ACR管材,其特征在于,所述管材包含铜合金,所述铜合金包含:
  - a) 0.3重量%-0.7重量%的镍;
  - b) 0.2重量%-1.0重量%的锡;和
  - c) 0.01重量%-0.07重量%的磷;其中合金的余下部分是铜和杂质,并且所述铜合金的粒度为1-50 $\mu\text{m}$ 。
7. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,锡的含量为0.3重量%-0.7重量%。
8. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,镍的含量为0.5重量%,锡的含量为0.5重量%。
9. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,磷在所述合金中的含量为0.020重量%。
10. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,所述合金的粒度为10-25 $\mu\text{m}$ 。
11. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,所述管材的外径为0.100-1英寸。
12. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,所述管材的壁厚度为0.004-0.040英寸。
13. 如权利要求6所述的ACR管材,其特征在于,所述管材的壁厚度相对于标准C122管材的壁厚度得到最大程度减小,从而降低了总的材料成本,而且所述管材和标准C122管材具有基本相同的爆破压力。
14. 如权利要求13所述的ACR管材,其特征在于,所述管材的壁厚度至少比标准C122管材的壁厚度薄10%。

## 用于热交换器管的铜合金

[0001] 相关申请交叉参考

[0002] 本申请为2010年7月8日为申请日的申请号为201080031914.4且发明名称为“用于热交换器管的铜合金”的专利申请的分案申请,该专利申请要求2009年7月10日提交的美国临时专利申请第61/224671号的优先权,其内容通过参考结合于此。

### 技术领域

[0003] 本发明一般涉及铜合金以及铜合金在热交换器管中的应用。具体地,本发明涉及具有适宜的压力断裂强度和可加工性质的高强度铜合金管。所述合金适合减小厚度,因此在用于现有的空调和制冷(ACR)热交换器时可节省材料,并且适用于使用诸如CO<sub>2</sub>之类的冷却介质的热交换器。

### 背景技术

[0004] 空调热交换器可由弯成发卡状的U形铜管和用铝或铝合金板制成的散热片组成。

[0005] 因此,用于上述类型的热交换器的铜管需要合适的导热/导电性、可成形性和钎焊性质。

[0006] HCFC(氢氯氟烃)基碳氟化合物已广泛用于热交换器如空调的冷却介质。然而,HCFC消耗臭氧的倾向很大,所以出于环境的原因,人们选择其它的冷却介质。“绿色制冷剂”,例如天然冷却介质CO<sub>2</sub>,已用于热交换器。

[0007] 用CO<sub>2</sub>作为冷却介质时,在运行过程中需要提高冷凝压力,以维持与HCFC基碳氟化合物相同的热交换性能。在热交换器中,使用这些冷却介质的压力(热交换器管中流动的流体的压力)通常在冷凝器(CO<sub>2</sub>中的气冷器)变得最大。在此冷凝器或气冷器中,例如,R22(一种HCFC基碳氟化合物)的冷凝压力约为1.8MPa。另一方面,CO<sub>2</sub>冷却介质需要具有约7-10MPa的冷凝压力(超临界状态)。因此,与常规冷却介质R22的工作压力相比,新型冷却介质的工作压力提高了。

[0008] 由于压力提高,并且在一些管材成形过程中因钎焊而致使强度出现一些损失,所以常规铜材必须做得厚一些,这样就增加了管材重量,因而增加了与管材相关的材料成本。

[0009] 人们需要一种热交换器管,它具有高抗张强度、优异的可加工性和良好的导热性,适合减小壁厚度,从而降低ACR热交换器的材料成本,并且适用于采用诸如CO<sub>2</sub>的新型“绿色”冷却介质的需要经受高压的应用。

### 发明内容

[0010] 本发明提供了一种用于热交换器管的铜合金,所述铜合金具有例如高抗张强度、优异的可加工性和良好的导热性。

[0011] 一方面,本发明是一种铜合金组合物,它包含以下组分,其中百分数是重量百分数。所述组合物包含铜(Cu)、镍(Ni)和锡(Sn)。在一个实施方式中,所述合金的组成是99重量%的铜、0.5重量%的镍和0.5重量%的锡,可表示为CuNi(0.5)Sn(0.5)。在另一个实施方

式中,镍的含量范围是0.2%-1.0%,锡的含量范围是0.2%-1.0%,余下部分包括Cu和杂质。所述组合物任选包含0.01%-0.07%的磷。

[0012] 另一方面,本发明提供了包含所述铜合金组合物、用于ACR应用的管材。在本发明的又一方面,将所述合金组合物成形为用于ACR应用的管材。

### 附图说明

[0013] 图1是与壁厚度减小的本发明CuNi (0.5) Sn (0.5) 合金相比,目前使用的具有标准壁厚度的合金C122的每英尺相对金属价值与铜价的关系的图示。

[0014] 图2是所测试的合金的抗张强度和导电率与Ni和Sn含量的关系的图示。Sn对强度和导电率都有更大的影响。

[0015] 图3(a) - (c) 是根据本发明的一个实施方式的管材的各个视图。图(a)是透视图;图(b)是图(a)所示管材沿纵轴看的截面图;图(c)是图(a)和(b)所示管材沿垂直于纵轴的轴看的截面图。

### 具体实施方式

[0016] 本发明提供了高强度合金,所述合金能够例如减小壁厚度,从而降低与现有ACR管材相关的成本;并且/或者能够提供一种ACR管材,所述管材能够经受与冷却介质如CO<sub>2</sub>相关的增加的压力。“高强度”是指合金和/或用合金制成的管材至少具有本文所述的抗张强度水平和/或爆破压力水平和/或循环疲劳失效水平。铜合金可节省材料和成本,减小环境影响和能量消耗。

[0017] 为了提供用于热交换器管的铜合金,并且使所述热交换器管能够使用诸如CO<sub>2</sub>之类的冷却介质,所选合金应具有合适的材料性质,并且具有良好的可加工性。重要的材料性质包括例如爆破压力/强度、延展性、导热/导电性和循环疲劳。本文所述的合金和/或管材的特性是适宜的,使得它们能够经受住ACR工作环境。

[0018] 高抗张强度和高爆破压力是有利的管材性质,因为它们限定了管材在失效之前能够经受住的工作压力。例如,爆破压力越高,管材结构就越牢固,或者对于给定的最小爆破压力,本发明的合金可做成壁更薄的管材。抗张强度与爆破压力之间存在相关性。所述合金和/或包含所述合金的管材具有例如最小38ksi (千磅/平方英寸)的材料抗张强度。所述材料抗张强度可通过本领域已知的方法,例如ASTM E-8测试协议测量。在多个实施方式中,所述合金和/或包含所述合金的管材具有39、40、41或42ksi的材料抗张强度。

[0019] 所述合金和/或用所述合金制成的管材的延展性是有利的性质,因为在一个实施方式中,管材需要弯曲180度,弯成发卡形状而不发生破裂或起皱,以便做成盘管使用。伸长率是材料延展性的一个指标。所述合金和/或包含所述合金的管材具有例如最小40%的伸长率。伸长率可通过本领域已知的方法,例如ASTM E-8测试协议测量。在多个实施方式中,所述合金和/或包含所述合金的管材具有41%、42%、43%、44%、45%、46%、47%、48%、49%或50%的最小伸长率。

[0020] 导热/导电性是有利的性质,因为它与传热能力有关,因此,它是影响ACR盘管效率的因素。导热/导电性对于管材成形也很重要。所述合金和/或包含所述合金的管材具有例如35% IACS的最小导电率。导电率可通过本领域已知的方法,例如ASTM E-1004测试协议测

量。在多个实施方式中,所述合金和/或包含所述合金的管材具有36%、37%、38%、39%、40%、45%、50%、55%、60%或65% (IACS) 的最小导电率。

[0021] 所述合金和/或管材至少具有例如与目前使用的合金例如C122相同的抗循环疲劳失效性能,如表2所示。此外,所述合金和/或管材至少具有例如与目前使用的合金例如C122相同的抵抗一种或多种腐蚀(例如电化腐蚀和蚁巢腐蚀)的性能。

[0022] 在一个实施方式中,相比于标准铜管,例如用C122制成的管材,包含本发明合金的管材具有改进的抗软化性(对钎焊可能比较重要)和/或增加的疲劳强度。

[0023] 在一个实施方式中,图3(a)-(c)所示的包含本发明合金的管材具有减小的壁厚度 $t$ (相比于包含常规合金例如C122的管材),具有与包含常规合金例如C122的管材相同或改进的爆破压力和/或循环疲劳性能。例如,本发明的管材的管壁厚度相对于标准管材例如C122得到最大程度减小,这降低了总的材料成本,但这两种管材的爆破压力相同。在多个实施方式中,所述管壁厚度至少比C122管材薄10%、15%或20%,但这两种管材具有相同的爆破压力。爆破压力可通过本领域已知的方法例如CSA-C22.2第140.3条第6.1款强度测试-UL207第13款测量。循环疲劳可通过本领域已知的方法例如CSA-C22.2第140.3条第6.4款疲劳测试-UL 207第14款测量。

[0024] 本发明的合金可按照本领域已知的方法制造。在合金制造过程和/或管材成形过程中,控制温度可能比较重要。控制温度对于保持元素处于溶液中(防止沉淀)和控制粒度可能比较重要。例如,若处理不正确,导热/导电性会提高而可成形性会降低。

[0025] 例如,在合金制造和/或管材成形过程中,为了既保持所需的粒度,又防止形成沉淀,要在生产过程中进行短时热处理,使合金和/或管材的温度在400-600°C之间,并使温度快速(例如10-500°C/秒)上升和下降。

[0026] 合金和/或用所述合金制成的管材宜具有所需的粒度。在一个实施方式中,粒度是1-50 $\mu\text{m}$ ,包括1-50 $\mu\text{m}$ 之间的所有整数。在另一个实施方式中,粒度是10-25 $\mu\text{m}$ 。在又一个实施方式中,粒度是10-15 $\mu\text{m}$ 。粒度可通过本领域已知的方法例如ASTM E-112测试协议测量。

[0027] 本发明的合金组合物包括以下组分,其中合金组分的相对含量用重量百分数表示。重量百分数范围包括所述范围内一个百分数的所有分数(包括但不限于一个百分数的十分之几和百分之几)。

[0028] 在一个实施方式中,所述组合物包含铜、镍、锡以及任选的磷。镍的含量范围是0.2%-1.0%,更具体地是0.3%-0.7%;锡的范围是0.2%-1.0%,更具体地是0.3%-0.7%;余下部分包括铜和杂质。在一个实施方式中,合金的组成是CuNi (0.5) Sn (0.5)。在另一个实施方式中,合金的组成是CuNi (0.5) Sn (0.5) P (0.020)。

[0029] 杂质可以是例如天然的杂质或者在处理过程中带入的杂质。杂质的例子包括例如锌、铁和铅。在一个实施方式中,杂质含量最高为0.6%。在其它多个实施方式中,杂质含量最高为0.5%、0.45%、0.3%、0.2%或0.1%。

[0030] 磷的任选含量范围是0.01%-0.07%,更具体地是0.015%-0.030%,或者为0.02%。虽然无意受限于任何特定理论,但是据考虑,合金中含适量的磷会影响金属的流动特性和含氧量,从而提高合金的可焊性,但加太多的磷会导致晶粒结构变差和引起不需要的沉淀。

[0031] 在一个实施方式中,所述组合物主要由上述范围内的Cu、Ni和Sn组成。在另一个实

施方式中,所述组合物主要由上述范围内的Cu、Ni、Sn和P组成。在多个实施方式中,加入铜、镍、锡(以及在第二个实施方式的情况下的磷)以外的组分不会导致本发明的合金的性质如爆破压力/强度、延展性、导热/导电性和循环疲劳发生超过5%、4%、3%、2%或1%的不利变化。

[0032] 在一个实施方式中,上述合金组合物由上述范围内的Cu、Ni、Sn和P组成。在另一个实施方式中,上述合金组合物由上述范围内的Cu、Ni、Sn和P组成。

[0033] 本发明的合金制成后,可用于各种加工,如铸轧(cast and roll)、挤出或轧焊(roll and weld)。加工要求包括例如可钎焊性。当如下文所述连接管材时会用到钎焊。

[0034] 在轧焊工艺中,一般将合金铸造成棒,轧缩成薄规格,热处理,切割成所需尺寸,压花,形成管材,焊接,退火,包装。在铸轧工艺中,一般将合金铸造成“母”管,拉成所需尺寸,退火,通过机械加工形成内槽,定径,退火,包装。在挤出工艺中,一般将合金铸造成实心坯,再加热,挤出压制,拉制和开槽至最终尺寸,退火,包装。

[0035] 一方面,本发明提供了包含铜-镍-锡合金(如本文所述)的管材。在一个实施方式中,所述管材的外径为0.100-1英寸,包括0.100-1英寸之间一英寸的所有分数;所述管材的壁厚度为0.004-0.040英寸,包括0.004-0.040英寸之间一英寸的所有分数。本发明的一个优点是可将壁更薄的管材用于ACR应用。这使得材料成本降低(见图1)。

[0036] 在一个实施方式中,包含铜-镍-锡合金(如本文所述)的管材用于ACR应用。所述管材宜具有足够的导热/导电性(例如,使得管材可通过焊接方法连接)和可成形性(例如,能够形成一定形状,例如管材成形后能够弯折)。另外,所述管材宜具有合适的性质,使得管材内槽可以增强。

[0037] 适合本发明合金的工艺的一个例子是轧焊工艺,用来形成包含所述管材的热交换器盘管。第一步,将本发明的铜合金铸造成厚板,然后经过热轧和冷轧,形成平整带材。对冷轧带材进行软退火。然后,通过连续轧制成形和焊接工艺将软退火铜合金带材成形为热交换器管。在轧制成形和焊接工艺之前,可对管材进行内部增强,例如在管材内壁上形成槽或肋,如本领域的普通技术人员所显而易见的那样。管材可在连续轧制和焊接工艺中形成,产品可绕成大盘管。然后,可将大盘管移到另一个地方切成更小的部分,形成U形或发卡形。

[0038] 为了构建热交换器,将发卡形管材旋入铝散热片的通孔中,将夹具插入U形铜管,使铜管扩张,从而使铜管与铝散热片彼此紧密相连。然后,使U形铜管的开口端扩张,将类似地弯成U形的较短发卡形管材插入扩张端。用钎焊合金将弯铜管钎焊至扩张的开口端,从而连接到相邻的发卡形管材上,制成热交换器。

[0039] 以下实施例用于进一步描述本发明,而不是用来构成任何限制。

[0040] 实施例

[0041] 在试验规模上制备了具有不同Ni和Sn含量的铜合金,测量了机械和物理性质,见表1。

[0042] 用所得结果对Ni或Sn的含量画图,见图2。所有测试的合金都符合所需的35% IACS的最小导电率。所有测试的合金都获得了最小抗张强度为38ksi的机械性质。为了满足所需强度和导电率,所述组合物中Ni和Sn的含量均应为0.2重量%-1.0重量%。

[0043] 在全生产规模上制备了含0.5%Ni和0.5%Sn的组合物[CuNi(0.5)Sn(0.5)]的材料,利用轧焊方法形成管材。制备了具有标准壁厚度(例如0.0118英寸)和壁厚度薄13%的

管材。利用ASTM和UL (例如UL测试协议) 测试管材的机械性质, 并与用“目前使用的”铜合金C12200制备的具有标准壁厚度的管材作比较。结果如表2所示。本发明的合金CuNi (0.5) Sn (0.5) 在标准壁厚度下具有更高的强度和更高的爆破压力。对于制得的壁厚度减小的管材, 本发明合金 [CuNi (0.5) Sn (0.5)] 的爆破压力仍然高于具有标准壁厚度的C122。

[0044] 表1所测试的具有不同Ni和Sn含量的合金的机械性质和导电率

[0045]

合金 编号	Ni (%)	Sn (%)	P (%)	TS 平行 (ksi)	E 平行 (%)	TS 横向 (ksi)	E 横向 (%)	导电率 (% IACS)
A	0.2	0.2	0.026	39.4	48.0	38.0	47.9	65
B	0.5	0.5	0.020	41.1	44.2	40.9	46.7	51
C	1.0	0.5	0.028	42.2	44.1	42.2	46.3	42
D	0.8	1.2	0.025	46.6	46.3	46.0	47.9	35
E	1.7	1.2	0.020	50.0	43.0	-	-	35

[0046] 表2本发明的合金 (CuNi0.5Sn0.5) 与现有的标准合金C12200 (Cu-DHP) 制备的管材的机械性质对比

[0047]

合金	管壁厚度	粒度 (mm)	抗张强 度 (ksi)	伸长率 (%)	爆破压 力 (psi)	导电率 (% IACS)	循环 疲劳
CuNi0.5Sn0.5	标准	0.015	39.7	46	2450	52	合格
CuNi0.5Sn0.5	标准的 87%	0.015	39.7	50	1980	52	合格

[0048]

5							
C12200	标准	0.020	34.7	47	1950	83	合格

[0049] 虽然参照具体实施方式对本发明进行了具体展示和描述, 但本领域技术人员应理解, 可在不背离本发明精神和范围的情况下对形式和细节作出各种改变。

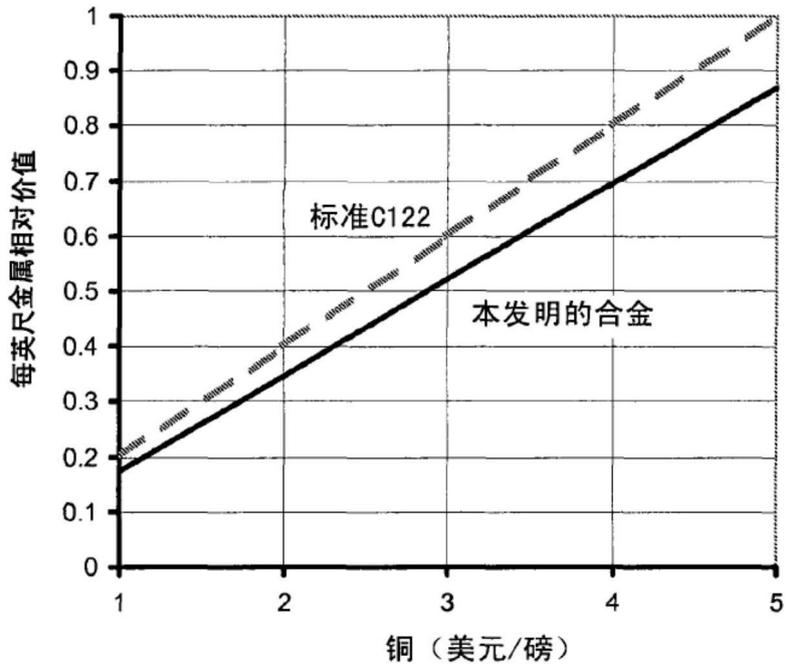


图1

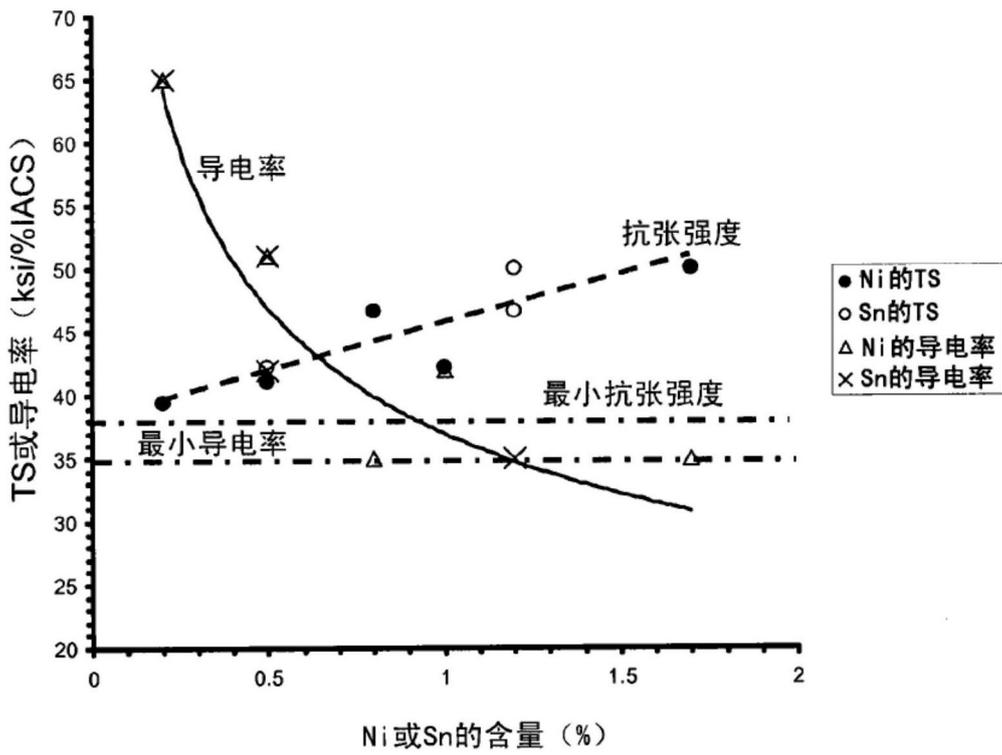


图2

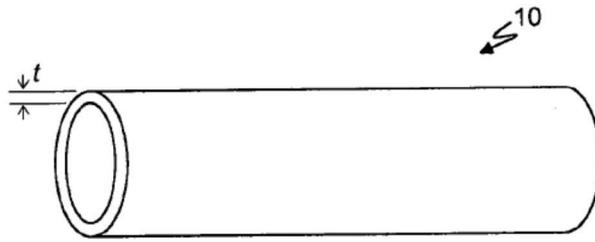


图3 (a)

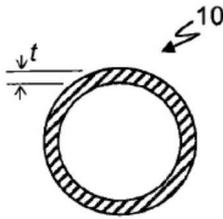


图3 (b)

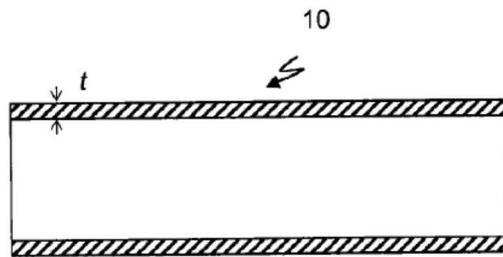


图3 (c)

## Abstract

An alloy comprising copper, nickel, tin and, optionally, phosphorus which can be used in, for example, a copper alloy tube for heat exchangers that provides excellent fracture strength and processability for reducing the weight of the tube and for use in high pressure applications with cooling media such as carbon dioxide.

