



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110709526 A

(43)申请公布日 2020.01.17

(21)申请号 201780091658.X

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.06.23

G22C 21/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2019.12.05

G22F 1/00(2006.01)

G22F 1/043(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2017/023240 2017.06.23

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02018/235272 JA 2018.12.27

(71)申请人 株式会社大纪铝工业所  
地址 日本大阪

(72)发明人 楠木敦夫 宫尻聪 大城直人  
山田毅

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专  
利商标事务所 11038

代理人 陈冠钦

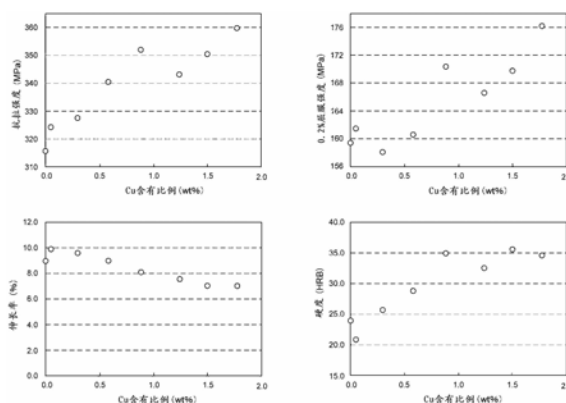
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

铝合金及铝合金铸造品

(57)摘要

本发明提供铝合金及由该铝合金制得的铝合金铸造品,该铝合金是使机械特性特别是抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度良好地均衡、也能应对主要在一般运输设备中扩大的用途,该铝合金能够使用废料等回收原料经济地且可持续性地生产。即,本发明为铝合金及其铝合金铸造品,该铝合金的特征在于,以重量%计含有 $0.75\% \leq Cu \leq 1.25\%$ 、 $7.5\% \leq Si \leq 8.5\%$ 、 $0.50\% < Mg \leq 0.80\%$ 、 $0.20\% \leq Fe \leq 0.50\%$ 、 $0.30\% \leq Mn \leq 0.50\%$ 、 $0.10\% \leq Cr \leq 0.30\%$ ,余量包含Al和不可避免的杂质。



Cu含有比例与未热处理的铝合金各物性的关系

1. 铝合金,其特征在於,以重量%计含有 $0.75\% \leq \text{Cu} \leq 1.25\%$ 、 $7.5\% \leq \text{Si} \leq 8.5\%$ 、 $0.50\% < \text{Mg} \leq 0.80\%$ 、 $0.20\% \leq \text{Fe} \leq 0.50\%$ 、 $0.30\% \leq \text{Mn} \leq 0.50\%$ 、 $0.10\% \leq \text{Cr} \leq 0.30\%$ ,余量包含Al和不可避免的杂质。

2. 权利要求1所述的铝合金,其特征在於,相对于合金总重量进一步含有0.30重量%以下的Ti。

3. 权利要求1或2所述的铝合金,其特征在於,以相对于合金总重量成为30~200ppm的方式进一步添加有选自Na、Sr和Ca中的至少一种。

4. 权利要求1至3的任一项所述的铝合金,其特征在於,以相对于合金总重量成为0.05~0.20重量%的方式进一步添加有Sb。

5. 权利要求1至4的任一项所述的铝合金,其特征在於,以相对于合金总重量成为1~50ppm的方式进一步添加有B。

6. 铝合金铸造品,其特征在於,由权利要求1至5的任一项所述的铝合金制得。

## 铝合金及铝合金铸造品

### 技术领域

[0001] 本发明涉及机械特性优异的铝合金及利用了该铝合金的铝合金铸造品。

### 背景技术

[0002] 在自行车和汽车等一般运输设备中要求轻量化,铝合金铸造品的应用正在扩大。以往,在此种用途中,大多使用JIS ADC3合金,但随着该应用的扩大,用该以往材料不能满足机械性质的用途也变得显著。

[0003] 因此,为了应对用JIS ADC3合金这样的以往材料不能应对的用途,例如在下述的专利文献1(日本国,特开2003-27169号公报)中公开了一种铝合金,其中,作为提高了机械强度和韧性的铝合金,以重量基准计包含8.5~9.5%的Si、0.20%以下的Cu、0.20~0.40%的Mg、0.6%以下的Fe、0.30~0.50%的Mn、0.05~0.15%的Ti、0.01~0.025%的Sr和0.15%以下的Zn,并且余量包含Al。

[0004] 根据该技术,认为能提供即使在(比以往材料的使用环境)严格的使用环境中也承受破坏那样的、强度高且韧性高的铝合金。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2003-27169号公报

### 发明内容

[0008] 发明所要解决的课题

[0009] 但是,如果为了维持合金的耐腐蚀性而将Cu视为杂质、将其含有比例限制为如上述那样0.20%以下,则实际上不可能使用废料原料,不能经济地制造铝合金,而且在构建循环型社会方面也成为阻碍。另外,Cu对于铝合金具有提高抗拉强度和0.2%屈服强度这样的机械性质的效果,但如果将该Cu的含有比例限制为0.20%以下,则该效果也变得有限。

[0010] 因此,本发明的目的在于,提供使机械特性、特别是抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度良好地均衡、也能够应对主要在一般运输设备中扩大的用途的铝合金,该铝合金能够使用废料等回收原料经济且可持续地生产;以及由该铝合金制得的铝合金铸造品。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 本发明中的第1发明为铝合金,其特征在于,“以重量%计含有 $0.75\% \leq \text{Cu} \leq 1.25\%$ 、 $7.5\% \leq \text{Si} \leq 8.5\%$ 、 $0.50\% < \text{Mg} \leq 0.80\%$ 、 $0.20\% \leq \text{Fe} \leq 0.50\%$ 、 $0.30\% \leq \text{Mn} \leq 0.50\%$ 、 $0.10\% \leq \text{Cr} \leq 0.30\%$ ,余量包含Al和不可避免的杂质”。

[0013] 在本发明中,在0.75重量%以上且1.25重量%以下的范围内含有Cu并且还在超过0.50重量%且0.80重量%以下的范围内含有Mg,因此不仅能够使用废料等回收原料,而且也能够提高抗拉强度、0.2%屈服强度和硬度这样的机械性质。另外,将有可能使耐腐蚀性劣化的Cu的含有比例抑制在上述范围内,另外含有0.10重量%以上且0.30重量%以下的具有耐腐蚀性改善效果的Cr,因此,能够将与含有Cu相伴的铝合金的耐腐蚀性的下降抑制为

最低程度。

[0014] 如以上那样,在本发明中,仅通过以规定的比例主要含有上述的六种元素成分,利用它们的相互作用,能使用回收原料经济且简便地制造铸造性和机械性质优异的铝合金锭。

[0015] 予以说明,在本发明的铝合金中,优选相对于合金总重量进一步含有0.30重量%以下的Ti。通过这样操作,能使该合金的晶粒细化以更进一步有效地抑制铸造裂纹,并且能提高机械性质特别是伸长率。

[0016] 另外,在本发明的铝合金中,优选进一步以相对于合金总重量成为30~200ppm的方式添加选自Na、Sr和Ca中的至少一种、以相对于合金总重量成为0.05~0.20重量%的方式添加Sb。通过这样操作,能使共晶Si的粒子变细,能更进一步地提高铝合金的韧性和强度。

[0017] 优选以相对于合金总重量成为1~50ppm的方式进一步添加B。通过这样操作,即使在Si量少的情况下或在使用冷却速度慢的铸造方法的情况下,也能够使铝合金的晶粒细化,其结果,能提高该铝合金的伸长率。

[0018] 本发明中的第2发明为铝合金铸造品,其特征在于,由上述第1发明中记载的铝合金制得。

[0019] 由本发明的铝合金制得的铝合金铸造品铸造性好,能够量产,并且能使机械特性特别是抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度良好地均衡,因此例如在铝合金铸造品中的应用正在扩大的一般运输设备中,在需要轻量化的铸造品的新型用途中能合适地使用。

[0020] 发明效果

[0021] 根据本发明,能够提供使机械特性、特别是抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度良好地均衡、也能够应对主要在一般运输设备中扩大的用途的铝合金,该铝合金能够使用废料等回收原料经济且可持续地生产;以及由该铝合金制得的铝合金铸造品。

## 附图说明

[0022] 图1是示出Cu的含有比例与未热处理的铝合金各物性的关系的坐标图。

[0023] 图2是示出Cu的含有比例与T6处理后的铝合金各物性的关系的坐标图。

## 具体实施方式

[0024] 以下,对于本发明的实施方式,一边示出具体例一边进行详述。

[0025] 本发明的铝合金大致构成为:以重量%计含有 $0.75\% \leq \text{Cu} \leq 1.25\%$ 、 $7.5\% \leq \text{Si} \leq 8.5\%$ 、 $0.50\% < \text{Mg} \leq 0.80\%$ 、 $0.20\% \leq \text{Fe} \leq 0.50\%$ 、 $0.30\% \leq \text{Mn} \leq 0.50\%$ 、 $0.10\% \leq \text{Cr} \leq 0.30\%$ ,余量为Al和不可避免的杂质。以下,对各元素的特性进行说明。

[0026] Cu(铜)是对于提高铝合金的耐磨性、机械强度和硬度而言重要的元素。

[0027] 相对于铝合金总重量的Cu的含有比例优选如上述那样,在0.75重量%以上且1.25重量%以下的范围内。这是因为,在Cu的含有比例小于0.75重量%的情况下,不能得到上述的机械性质改善效果,而在Cu的含有比例超过1.25重量%的情况下,主要在T6处理材(后面详述)中抗拉强度和伸长率变得不充分。

[0028] Si(硅)是确保铝合金熔融时的流动性、提高铸造性的重要元素。

[0029] 相对于铝合金总重量的Si的含有比例优选如上述那样,在7.5重量%以上且8.5重量%以下的范围内。这是因为,在Si的含有比例小于7.5重量%的情况下,难以确保金属熔液的流动性,在考虑用一般大多使用的通常的压铸作为其铸造方法进行成型的情况下,妨碍应用于大型部件,而在Si的含有比例超过8.5重量%的情况下,虽然铸造性提高,但合金的伸长率显著下降。

[0030] Mg(镁)是主要在铝合金中的Al母材中以固溶的状态或作为 $Mg_2Si$ 存在,对铝合金赋予屈服强度和硬度,另一方面由于过大量含量而伸长率显著下降且对铸造性和耐腐蚀性也造成不良影响的成分。

[0031] 相对于铝合金总重量的Mg的含有比例优选如上述那样,为超过0.50重量%且0.80重量%以下的范围。这是因为,在Mg的含有比例为0.5重量%以下的情况下,无论有无热处理,都难以确保合金的0.2%屈服强度和硬度,而在Mg的含有比例超过0.8重量%的情况下,合金的伸长率显著下降。

[0032] 已知Fe(铁)在例如进行压铸等铸造时,具有防止模具的烧粘的效果。但是,该Fe析出包含Al-Si-Fe的针状晶,使铝合金的韧性(伸长率)降低,并且在大量添加时使合适温度下的熔化变得困难。

[0033] 相对于铝合金总重量的Fe的含有比例若从回收的观点出发考虑将废料等回收原料用于原料的一部分,则优选如上述那样,为0.20重量%以上。另一方面,在Fe的含有比例过高时,如上述那样,析出包含Al-Si-Fe的针状晶,合金的伸长率下降,因此其上限优选如上述那样,为0.50重量%以下。

[0034] Mn(锰)与上述的Fe同样,主要用于防止在压铸等铸造时铝合金与模具的烧粘。该Mn也与Fe同样,在大量含有时,合适温度下的熔化变得困难,因此,在本发明中,将相对于铝合金总重量的Mn的含有比例的上限抑制为0.50重量%以下。

[0035] 予以说明,关于该Mn的含有比例的下限,为了显著地发挥上述烧粘防止效果,优选如上述那样含有0.30重量%以上。

[0036] Cr(铬)与上述的Fe和Mn同样,是防止在压铸等铸造时铝合金与模具的烧粘、而且具有提高合金的耐腐蚀性的效果的元素。

[0037] 相对于铝合金总重量的Cr的含有比例优选如上述那样,在0.10重量%以上且0.30重量%以下的范围内。这是因为,在Cr的含有比例小于0.10重量%的情况下,不能充分地得到上述的效果,而在Cr的含有比例超过0.30重量%的情况下,即使增加其以上的添加量,添加效果也不提高。

[0038] 按照以上的含有比例调整Cu、Si、Mg、Fe、Mn和Cr的含有比例时,能够使用回收原料经济且可持续地生产使机械特性、特别是抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度良好地均衡的铝合金。

[0039] 予以说明,除了上述的各元素成分外,还可以添加Ti(钛)。该Ti是具有使晶粒细化的效果,一般能够抑制铸造裂纹和提高机械性质、特别是伸长率的元素。

[0040] 相对于铝合金总重量的Ti的含有比例优选在0.30重量%以下的范围内。这是因为,在Ti的含有比例超过0.30重量%的情况下,铝合金的熔化变得困难,有可能产生熔解残留。

[0041] 另外,除了上述的各元素成分以外,可添加选自Na(钠)、Sr(锶)、Ca(钙)和Sb(锑)

中的至少一种作为改良处理材料。通过添加这样的改良处理材料,能够使共晶Si的粒子变细,能够更进一步地提高铝合金的韧性和强度。

[0042] 在此,相对于铝合金总重量的改良处理材料的添加比例优选在该改良处理材料为Na、Sr和Ca的情况下为30~200ppm,在该改良处理材料为Sb的情况下为0.05~0.20重量%的范围。这是因为,在改良处理材料的添加比例小于30ppm(在Sb的情况下为小于0.05重量%)的情况下,难以使铝合金中的共晶Si的粒子细化,而在改良处理材料的添加比例大于200ppm(在Sb的情况下为大于0.20重量%)的情况下,铝合金中的共晶Si的粒子被充分细化,即使增加其以上的添加量,添加效果也不提高。

[0043] 另外,可以替代上述改良处理材料、或者与改良处理材料一起添加B(硼)。通过这样添加B,铝合金的晶粒被细化,能够提高该合金的伸长率。予以说明,该效果特别是在Si量少的情况下或在使用冷却速度慢的铸造方法的情况下变得显著。

[0044] 相对于铝合金总重量的B的添加比例优选为1~50ppm的范围。这是因为,在B的添加比例小于1ppm的情况下,难以使铝合金中的晶粒细化,而在B的添加比例大于50ppm的情况下,铝合金中的晶粒被充分细化,即使增加其以上的添加量,添加效果也不提高。

[0045] 在制造本发明的铝合金时,首先,准备以上述规定的比例含有Al、Cu、Si、Mg、Fe、Mn和Cr各元素成分的原料(根据需要还添加上述的Ti和改良处理材料等)。接着,将该原料投入带有前炉的熔化炉或密闭熔化炉等熔化炉,使它们熔化。对熔化的原料(即铝合金的金属熔液)根据需要实施脱氢处理和脱夹杂物处理等提纯处理。然后,使经提纯的金属熔液流入规定的铸模等,使其固化,从而将铝合金的金属熔液成型为合金粗金属锭等。

[0046] 另外,使用本发明的铝合金,用压铸和重力铸造等模具铸造法、砂型铸造法或精密铸造法这样的各种铸造方法铸造了铝合金铸造品后,根据需要实施固溶处理和时效处理等。通过这样对铝合金铸造品实施固溶处理和时效处理等,能改良铝合金铸造品的机械特性。

[0047] 实施例

[0048] 以下,举出实施例具体地说明本发明,但本发明不受限于该实施例。

[0049] 予以说明,按以下方法测定了下述各种合金的机械特性中的抗拉强度、伸长率和0.2%屈服强度。即,使用合模力135吨的通常的压铸机(东芝机械(株)公司制,DC135EL),以注射速度1.0m/秒、铸造压力60MPa进行压铸铸造,制作了依照ASTM(American Society for Testing and Material)标准的圆棒试样片。然后,对于铸态(as-cast)状态和T6处理后的该圆棒试样片,使用(株)岛津制作所公司制的万能试验机(AG-IS 100kN)测定了抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度。在此,T6处理是在进行了固溶处理后进行再加热以进行人工时效处理的热处理方法。在本实施例中,作为该T6处理,在510℃下加热3小时后进行水冷(固溶处理),进而在180℃加热3小时后进行空气冷却(人工时效处理)。

[0050] 另外,关于硬度,通过依照日本工业标准JIS G0202的Rockwell(ロックウェル)硬度试验进行了评价。即,对于将在与上述相同条件下铸造的平板试样片的表面切削出1mm后并进行了研磨的试样用Rockwell试验机进行试验。用该试验机进行3次测定,将其平均值作为Rockwell硬度试验的测定值。

[0051] 进而,各种合金的合金成分使用固体发光分光分析仪(サーモフイッシャーサイエントフィック公司制,Thermo Scientific ARL4460)进行了测定。

[0052] Cu对于铝合金物性的影响

[0053] 表1示出Cu以外的合金成分调整为本发明范围内的某个一定比例并且使Cu的含有比例变化而制造的铝合金的成分组成与各机械特性(抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度)的关系。

[0054] 表1

[0055] 表1.Cu的含有比例的变化与铝合金物性的关系

[0056]

	合金成分(重量%) (余量为Al和不可避免的杂质)							备注
	Cu	Si	Mg	Fe	Mn	Ti	Cr	
合金 1	0.88	8.06	0.66	0.31	0.40	0.14	0.20	本发明例
合金 2	1.24	8.04	0.66	0.31	0.41	0.01	0.20	本发明例
合金 3	0.00	8.08	0.64	0.29	0.38	0.01	0.18	
合金 4	0.05	8.04	0.64	0.31	0.41	0.01	0.20	
合金 5	0.30	8.06	0.64	0.31	0.41	0.01	0.20	
合金 6	0.58	7.99	0.65	0.31	0.41	0.01	0.20	
合金 7	1.50	8.05	0.66	0.30	0.40	0.01	0.20	
合金 8	1.77	8.02	0.65	0.31	0.40	0.01	0.20	
合金 9	0.28	10.06	0.56	0.78	0.19	0.05	0.00	JIS ADC3

[0057]

	F材(未热处理)的机械特性				T6材(有热处理)的机械特性*			
	抗拉强度(MPa)	伸长率(%)	0.2%屈服强度(MPa)	硬度(HRB)	抗拉强度(MPa)	伸长率(%)	0.2%屈服强度(MPa)	硬度(HRB)
合金 1	352	8.1	170	34.9	371	6.4	305	57.6
合金 2	343	7.6	167	32.5	370	5.0	314	58.1
合金 3	316	9.0	159	24.0	318	6.9	283	48.6
合金 4	324	9.9	161	20.8	336	8.8	297	44.8
合金 5	328	9.6	158	25.7	355	8.7	318	48.8
合金 6	340	9.0	161	28.8	363	7.8	295	54.9
合金 7	350	7.0	170	35.6	345	3.3	272	59.2
合金 8	360	7.0	176	34.6	325	2.2	281	59.8
合金 9	305	4.3	159	□	□	□	□	□

[0058] \*T6处理条件:510℃×3小时,水冷,180℃×3小时

[0059] 如该表1和图1、2所示,观察到:在铝合金的Cu的含有比例成为0.75重量%以上时,能得到对于使机械特性、特别是抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度良好地均衡而言充分的抗拉强度,在直至1.25重量%,未热处理材和T6处理材都是随着其含有比例增加,抗拉强度增加。而且,在T6处理材中,在Cu的含有比例超过1.25重量%时,抗拉强度下降。在0.2%屈服强度和硬度中也看到这种倾向。

[0060] 另一方面,该合金的伸长率随着Cu的含有比例增加而逐渐减小,特别是在T6处理材中,在Cu的含有比例超过1.25重量%时,伸长率低于5.0%,难以说伸长率优异。

[0061] 因此,在本发明的铝合金中,将Cu的含有比例规定为0.75重量%以上且1.25重量%以下的范围内。

[0062] 予以说明,表1中的合金1和2为本发明范围内的合金组成即实施例合金,合金9是代表以往材料的JIS ADC3合金。

[0063] Mg对于铝合金物性的影响

[0064] 表2示出Mg以外的合金成分调整为本发明范围内的某个一定比例并且使Mg的含有比例变化而制造的铝合金的成分组成与各机械特性(抗拉强度、伸长率、0.2%屈服强度和硬度)的关系。

[0065] 表2

[0066] 表2.Mg的含有比例的变化与铝合金物性的关系

	合金成分(重量%)(余量为Al和不可避免的杂质)							备注
	Cu	Si	Mg	Fe	Mn	Ti	Cr	
[0067] 合金 1	0.88	8.06	0.66	0.31	0.40	0.14	0.20	本发明例
合金 2	1.24	8.04	0.66	0.31	0.41	0.01	0.20	本发明例
合金 10	1.07	8.02	0.29	0.34	0.35	0.11	0.19	

	F材(未热处理)的机械特性				T6材(有热处理)的机械特性*			
	抗拉强度(MPa)	伸长率(%)	0.2%屈服强度(MPa)	硬度(HRB)	抗拉强度(MPa)	伸长率(%)	0.2%屈服强度(MPa)	硬度(HRB)
[0068] 合金 1	352	8.1	170	34.9	371	6.4	305	57.6
合金 2	343	7.6	167	32.5	370	5.0	314	58.1
合金 10	344	8.4	160	17.9	374	9.5	283	41.3

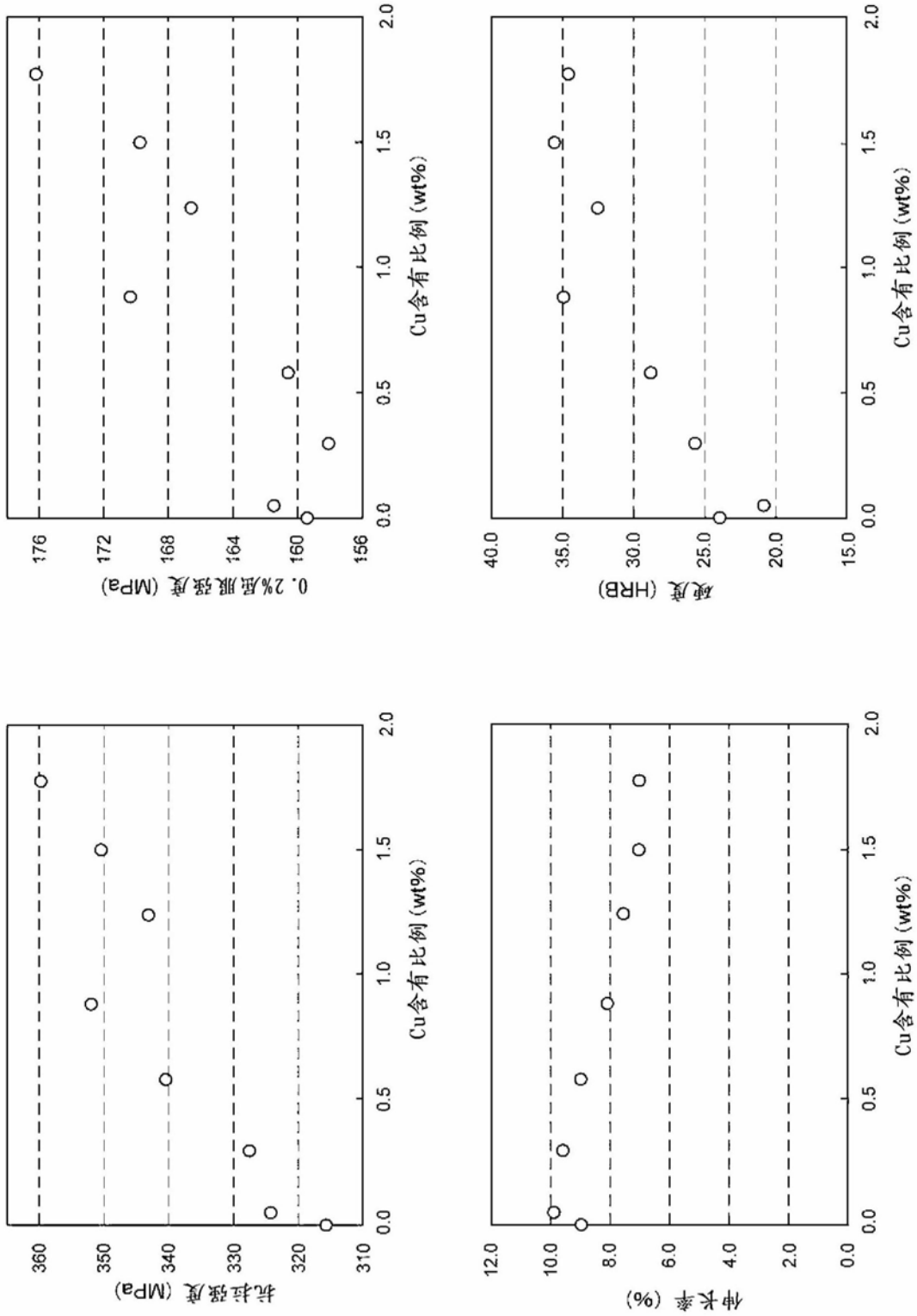
[0069] \*T6处理条件:510℃×3小时,水冷,180℃×3小时

[0070] 如该表2所示,在将铝合金的Mg的含有比例为0.29重量%的合金10与0.66重量%的合金1和2进行比较的情况下,在Mg的含有比例多时,该合金的0.2%屈服强度和硬度提高而伸长率减小。因此,在本发明的铝合金中,如上述那样,也考虑与其它元素成分的平衡,将Mg的含有比例规定为超过0.50重量%且0.80重量%以下的范围内。

[0071] 予以说明,表2中的合金1和2为本发明范围内的合金组成即实施例合金。

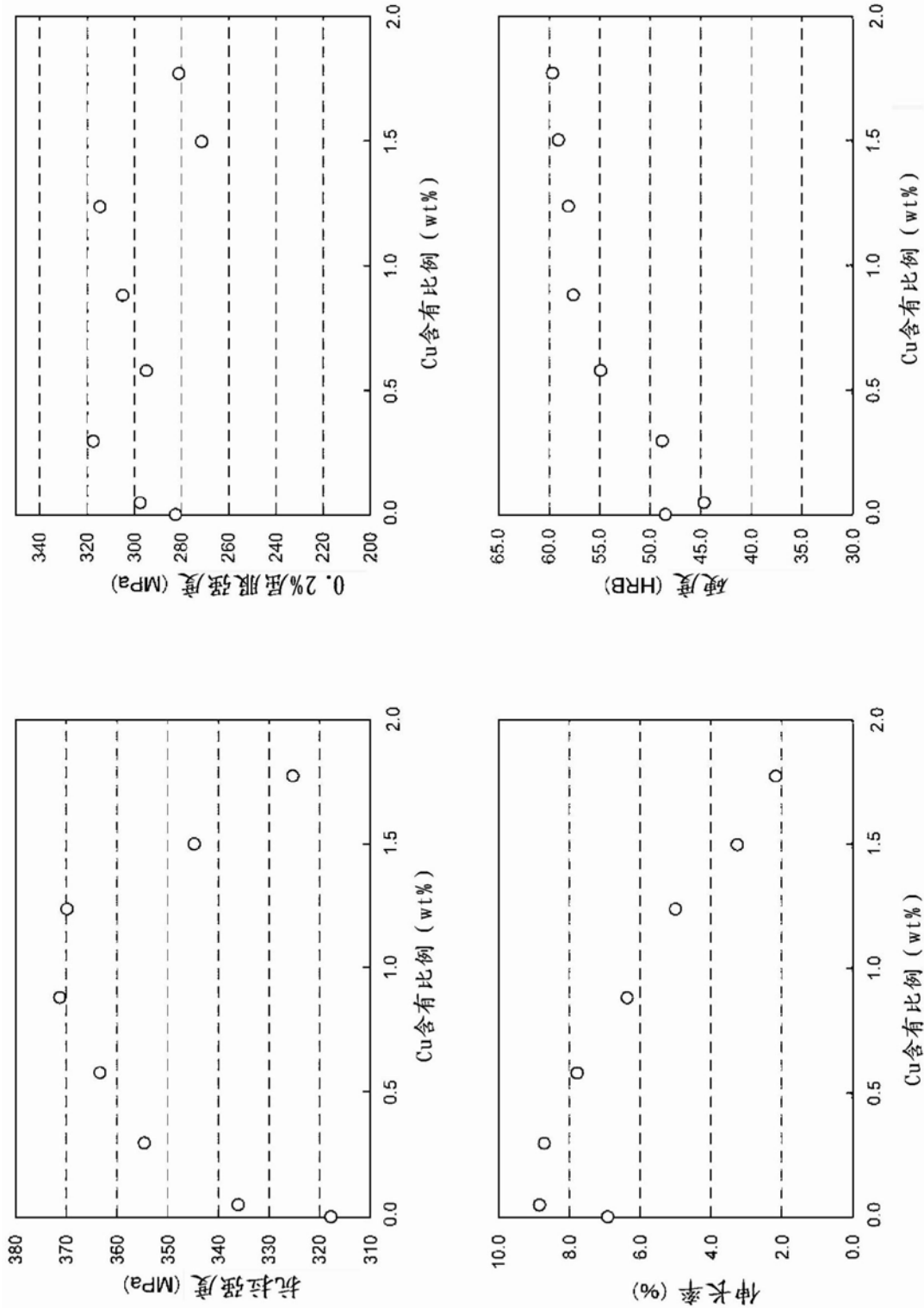
[0072] 根据本实施方式的铝合金,在0.75重量%以上且1.25重量%以下的范围内含有Cu并且还在超过0.50重量%且0.80重量%以下的范围内含有Mg,因此不仅能够使用废料等回收原料,而且也能够提高抗拉强度、0.2%屈服强度和硬度这样的机械性质。另外,将有可能使耐腐蚀性劣化的Cu的含有比例抑制在上述范围内,另外含有0.10重量%以上且0.30重量%以下的具有耐腐蚀性改善效果的Cr,因此,能够将含有Cu相伴的铝合金的耐腐蚀性的下降抑制为最低程度。





Cu含有比例与未热处理的铝合金各物性的关系

图1



Cu含有比例与T6处理后的铝合金各物性的关系

\*T6处理条件: 510°C × 3小时 水冷 180°C × 3小时

图2