



[12] 发明专利申请公开说明书

[11] CN 87 1 00204 A

[43] 公开日 1987年9月16日

(21) 申请号 87 1 00204
 (22) 申请日 87.1.5
 (71) 申请人 上海冶金专科学校
 地址 上海市漕宝路 121 号
 (72) 发明人 张利衡

(74) 专利代理机构 上海冶金专利事务所
 代理人 邱安祥 樊经恕

(54) 发明名称 弹性元件用变形铜合金

(57) 摘要

本发明为一种弹性元件用的高强度高弹性耐腐蚀变形铜合金,特别适于制作板、带、棒、线材。本合金与通用高强度高弹性 2 铍青铜(QBe2)相比,优点是:原材料成本低,合金加工工艺简便,生产过程无毒污染,加工材的机械性能(形变时效态 $\sigma_b \geq 130 \text{kgf/mm}^2$ 、 $\sigma_{0.01} \geq 100 \text{kgf/mm}^2$ 、疲劳寿命高)与实用物理性能(应力松弛性好、弹性滞后小、实用电性能优良)同铍青铜极近,耐磨性和耐蚀性优良,性能稳定性好。可用于制作导电弹件,接触簧片和其他弹性元件等。

871A06924 / 24 -- 171

CN 87 1 00204 A

1. 弹性元件用变形铜合金，特别是适合于用加工变形方法生产的高强度高弹性耐腐蚀变形铜合金，其特征是含以下成份（重量，%）：

镍	8 ~ 10
锡	5 ~ 7
锰	1.0 ~ 2.5
铁	0.4 ~ 1.1
铬	0.1 ~ 0.3
铜	余量

该合金中不可避免的杂质的含量应控制在以下范围（重量，%）：

铋	< 0.002
硅	< 0.15
铝	< 0.002
铅	< 0.02
铊	< 0.002
镁	< 0.05
硫	< 0.01
碳	< 0.05
磷	< 0.010
砷	< 0.010

2. 根据权利要求1所述的铜合金，其特征在于合金内锰、铁和铬的最佳添加量为（重量，%）：

锰	1.75 ~ 2.10
铁	0.45 ~ 0.95
铬	0.15 ~ 0.25

3. 根据权利要求1所述的铜合金,其特征在於铜合金铸锭在800℃~900℃加热保温1.5~4.0小时的均匀化处理。

4. 根据权利要求3所述的铜合金,其特征在於将均匀化处理的铜合金在650℃~880℃时热轧和热锻。

5. 根据权利要求4所述的铜合金,其特征在於将铜合金加热到760~860℃保温0.5~2小时的固溶处理,水中冷却。清洗后冷轧、冷拉,得到所需尺寸的材料。

6. 根据权利要求5所述的铜合金,其特征在於冷加工变形量最大不超过99.5%。

7. 根据权利要求6所述的铜合金,其特征在於将冷加工变形后铜合金在300~350℃的情况下加热保温1~20分的时效处理。

弹性元件用变形铜合金

本发明涉及一种适合以加工变形方法生产、并能用于制作弹性元件的高强度高弹性耐腐蚀铜合金，特别是一种适于轧制和拉制生产的高强高弹耐蚀铜合金板、带、棒、线材料。

现有的高强度高弹性耐腐蚀变形铜合金材料系指可承受加工变形并能具有抗拉强度 σ_b 大于或等于 130 kgf/mm^2 、规定残余伸长应力 $\sigma_{0.01}$ 大于或等于 100 kgf/mm^2 、同时兼有良好耐蚀性的铜合金材料，其加工制品型式多为板材、带材、棒材、线材。目前我国广泛应用的此类材料，仅有铍青铜这类铜合金（参见《重有色金属材料加工手册（第一分册）》，冶金工业出版社，1979，P. 204~225），其典型代表为2铍青铜（QBe2），合金成分为（重量，%）

铍：1.9~2.2

镍：0.2~0.5

铜：余量

由于铍青铜材料生产过程有污染（毒），加工工艺复杂，性能稳定性较差，生产成本高等原因，曾研制出6-1钛青铜（QT16-1）（参见《重有色金属材料加工手册（第一分册）》，冶金工业出版社，1979，P. 226~240），替代铍青铜使用，但实践证明，6-1钛青铜材料未受到广大用户的欢迎。七十年代中期，美国贝尔（Bell）实验所的J. T. Plewes等发表了一系列研究成果，宣称某些成分的铜镍锡合金经加工变形及随后时效处理，可制得具有高强度高弹性并兼有优良耐蚀性的铜合金材料（参见：

[1] J.T.Plewes, Metal Progress, 《Spinodal Cu-Ni-Sn Alloys are strong and Superductile》, July 1974, p. 46~48.

[2] L.H.Schwartz, et al, Acta Metallurgica, 《Spinodal Decomposition in a Cu-9wt%Ni-bwt%Sn Alloy》, May 1974, p. 601~609 和 July 1974, p. 911~921

[3] J.T.Plewes, Metallurgical Transactions: A, 《High strength Cu-Ni-Sn Alloys by Thermomechanical Processing》, March 1975, p. 537~544)

此后, J.T.Plewes 等关于铜镍锡系合金的研究工作及其加工制品的一系列生产技术相继数次获得专利, 使之成为这一技术领域的先导, 并独揽这项技术权益(参见:

[1] United States Patent No 3937638, Feb. 11, 1976, 《Method For Treating Copper-Nickel-Tin Alloy compositions and Products Produced Therefrom》

[2] United States Patent No 4012240, Mar. 15, 1977, 《Cu-Ni-Sn Alloy Processing》

[3] United States Patent No 4406712, Sep. 27, 1983, 《Cu-Ni-Sn Alloy Processing》)

这些有关铜镍锡合金的发表资料及其专利技术虽然指明了含镍 3~30%、含锡 2.5~15% 范围内的铜镍锡合金的成分、加工技术及其制品性能的某些特征, 并有称作 C72500、C72600、C72700、C72900 的四种牌号的铜镍锡合金正式纳入美国的生产技术标准之中, 但是, 作为加工变形制品的高强度高弹性耐腐蚀铜合金

板、带材（符合技术条件： $\sigma_b > 130 \text{ kg/mm}^2$ 、 $\sigma_{0.01} > 100 \text{ kgf/mm}^2$ 、耐蚀性优良），真正得到应用的只有称作C72900的合金（参见：美国铜合金发展协会编，1983.1.修订的《美国常用变形铜及铜合金性能和用途》一表，刊于Metal Progress, 1983, Vol.124, No1, P.36~42），其成分为（重量，%）

镍：1.5

锡：8

铜：余量

这个C72900合金虽能经适当加工变形和时效处理制成强度高耐蚀性优良的板材和带材，但由于该合金中镍、锡含量较高，合金加工材综合性能较差以及用该合金加工材制得的弹性元件装配使用的实际效果比不上通用的铍青铜材料等原因，C72900合金不可能为我国大批量生产所采用。

本发明的任务是要提供一种新的铜合金材料，它能够经适当的加工变形制成所需尺寸的加工变形材料，特别是能用轧制和拉制的方法生产出所需的板、带、棒、线材料，能再经加工制成一定外形尺寸并具有高强度高弹性耐腐蚀特性的实用零部件。

为达到上述目的，本发明的解决方案是：在已知的、其成分含有镍、锡和铜的合金内，依照本发明补充添加锰、铁、铬元素进一步合金化，得出本发明合金应具有以下成分（重量，%）

镍：8~10

锡：5~7

锰：1.0~2.5

铁：0.4~1.1

铬：0.1~0.3

铜：余量

锰、铁和铬的最佳添加量应控制在以下范围内（重量，%）

锰：1.75 ~ 2.10

铁：0.45 ~ 0.95

铬：0.15 ~ 0.25

若选择合金靠近成分上限，合金可具有更高的强度和弹性性能，而合金靠近成分下限，合金可具有较高的延性。此外，为了保证本发明合金具有极好的加工性能，合金中杂质的含量应控制在以下范围（重量，%）

铈：小于0.002

硅：小于0.15

铝：小于0.002

铅：小于0.02

铋：小于0.002

镁：小于0.05

硫：小于0.01

碳：小于0.05

磷：小于0.010

砷：小于0.010

本发明合金属于一种时效硬化型高强度材料。合金铸锭在800 ~ 900℃加热保温1.5 ~ 4.0小时均匀化处理，以使组织中可能存在的任何第二相充分固溶，然后在650 ~ 880℃温度范围内进行热加工（热轧或热锻），以减小坯锭尺寸，再进行760 ~ 860℃加热保温0.5 ~ 2小时的固溶处理，水中冷却，室温清洁表面，进行冷轧，制得所需尺寸的板、带材，或冷拉，制得所需尺寸的棒、线

材。本合金在固溶处理后具有均匀单相的固溶体组织，其平均晶粒尺寸不大于10微米，合金在此状态下，能承受极大的冷加工变形，而不致破裂。经适当冷加工变形的合金带材，再经300~350℃加热保温1~20分钟的时效处理，即可获得高强度高弹性的性能，同时兼有优良的耐蚀性能。本发明合金在形变时效状态下的带材机械性能列于表1，表中同时列出通用高强度高弹性的2铍青铜(QBe2)带材的性能，以作比较。

本发明所提供的新铜合金材料，与现时通用的高强度高弹性2铍青铜(QBe2)材料相比，具有以下优点：原材料成本低、合金加工工艺简便、生产过程无毒污染、加工制品的机械性能与实用物理性能同铍青铜极近、性能稳定性好、耐磨性耐蚀性优良，此外，近两年来的生产实践证明，本发明合金不但加工材价格低廉、性能优异，而且还使用户加工弹性元件的制作程序得到简化，受到了用户的欢迎。

本发明实施的应用实例，是在充有氩气的感应电炉中将铜、镍、锡、锰、铁、铬合金化而制得合金No1和No2，其化验成分(重量，%)列于表2。液态合金在1150~1200℃铸入铁模中，获得直径44mm重2千克的圆锭，作830℃×28小时均匀化处理，后在830~650℃的温度范围中热锻成25×28(mm)的矩形坯料，再经830℃×1小时固溶处理，水中冷却，得到均匀单相固溶体组织，其平均晶粒尺寸为10微米，坯料铣面后进行冷轧，制得厚度为0.2~0.08mm的带材。(1)合金的机械性能列于表3。(2)合金带材的疲劳寿命，用厚0.08mm带材制成某仪器的带状导电弹簧片，装入仪器实际应用并测试寿命，受试时簧片是一端焊接固定，另一端反复来回与固定的两 endpoint (相距10mm)接触，分别形成两个电流通路，导电工作，其往复运动频率为80次/分，为了比较，形状尺寸相同的2铍青铜(QBe2)簧片同时受试，测试中总共往复运动

14.44万次，两种材料的簧片均无损坏、无断裂，尚能继续工作，此时的疲劳寿命已超过设计要求的寿命14倍，完全符合该仪器对簧片疲劳寿命和电学性能的要求。(3)合金带材的应力松弛性能，用厚0.2mm带材冲制WH147合成碳膜电位器的接触器簧片实际测定，并用厚0.15mm的2铍青铜(QBe2)带材作相同制件，进行性能比较，试验中用冲制簧片装配成实际产品，测出接触簧片对电阻体的接触压力，然后将装配件放置于100℃的环境中停放48小时，再测出其接触压力，进行比较，得到本发明合金的接触压力变化率(即应力松弛率)与2铍青铜(QBe2)形变时效态的接触压力变化率相同，均为3.5%，符合产品设计要求。(4)合金带材的弹性滞后性能，用厚0.2mm带材制作带状簧片实测，得到弹性滞后值小于1.5%，与2铍青铜(QBe2)簧片的弹性滞后值相近。(5)合金带材的耐磨寿命与电学性能，用厚0.2mm带材制成WH10(规格10KΩ)电位器簧片实际测定，得到本发明合金的接触电阻小于0.05欧姆，满足设计要求，耐磨寿命用试验前后的千欧姆值的变化率表示，试验得出千欧姆值变化率小于1.9%，满足设计要求；动噪音小于0.6mV/V，经80℃240小时高温暴露后的动噪音小于0.7mV/V，满足设计要求；实际表明，本发明合金的实用电性，与通用2铍青铜(QBe2)相近。(6)合金带材的耐蚀性能，在实验室条件下测定，为了进行比较，将耐蚀性属优级的美国C72700合金带材在相同试验中的耐蚀性能同时测出，结果列于表4，表4中实验数据说明，本发明合金的耐蚀性稍优于C72700合金。

表1 本发明合金形变时效状态下的带材机械性能

合 金	σ_b (kgf/mm ²)	$\sigma_{0.2}$ (kgf/mm ²)	$\sigma_{0.01}$ (kgf/mm ²)	σ (%)	H _v (kgf/mm ²)	E (kgf/mm ²)
本发明	130	127	110	<2	395	13000
合金	~140	~137	~120		~420	~14000
2铍青铜* (QBe2)	135	~	~	2	400	13500

* 2铍青铜(QBe2)带材系形变时效状态。

表2 实施应用实例的合金化验成分(重量, %)

合 金	镍	锡	锰	铁	铬	铜
NO 1	8.92	6.08	1.96	0.86	0.25	余 量
NO 2	8.98	6.78	1.76	0.47	0.22	余 量

表3 合金的机械性能

合金材料	状态	σ_b (kgf/cm ²)	$\sigma_{0.2}$ (kgf/cm ²)	$\sigma_{0.01}$ (kgf/cm ²)	δ^* (%)	H_e (kgf/cm ²)	E (kgf/cm ²)
№1 板材	固溶处理	50.6	23.1	19.8	30.6	126	10800
№1 带材	冷轧变形度 99.3 %	124.8	117.7	101.5	—	352	12300
№1 带材	冷轧变形度 99.3 % 300°C×120秒时效	137.4	133.8	117.4	—	401	13800
№2 带材	冷轧变形度 99 %	122.4	115.6	101.9	2.2	352	12400
№2 带材	冷轧变形度 99 % 300°C×130秒时效	132.4	129.2	117.2	1	398	13800
№2 带材	冷轧变形度 99 % 310°C×110秒时效	132.3	130.7	119.7	1	400	13800

* 标距 50 mm。

表4 合金的耐蚀性能

腐蚀介质 (22℃)	本发明合金(NQ1)		C72700*	
	冷轧变 形度 99%	冷轧变形 度99% 300℃× 120秒时效	冷轧变 形度 99%	冷轧变形 度99% 350℃× 90秒时效
	腐 蚀 速 度 (毫米/年)			
10%盐酸水溶液	3.181	3.478	3.911	3.956
10%硫酸水溶液	1.047	1.416	1.110	1.831
1%硝酸水溶液	0.514	0.851	0.679	1.248
3%磷酸水溶液	0.467	0.733	0.730	0.979
10%醋酸水溶液	0.281	0.326	0.351	0.395
16%柠檬酸水溶液	0.184	0.242	0.191	0.265
17%酒石酸水溶液	0.230	0.271	0.230	0.281
11%氯化钠水溶液	0.127	0.219	0.247	0.259
10%氯化铵水溶液	1.417	1.896	1.782	2.148
10%氯化镁水溶液	0.199	0.225	0.165	0.182
10%氯化锌水溶液	0.246	0.326	0.321	0.391
10%硝酸铵水溶液	0.820	0.828	0.854	1.096
10%氢氧化钾水溶液	0.177	0.213	0.359	0.474
10%硫酸铵水溶液	0.747	0.804	0.807	0.811
10%硫酸亚铁水溶液	0.984	1.098	0.987	1.204

* C72900系美国铜合金牌号,合金成分为9%镍、6%锡、余为铜。