I883884

(19)中華民國智慧財產局

(12)發明說明書公告本 **(11)證書號數：TW I883884 B**

(45)公告日： 中華民國 114 (2025) 年 05 月 11 日

(21)申請案號：113111894 (22)申請日： 中華民國 113 (2024) 年 03 月 29 日

(51)Int. Cl.： ***C22C9/05*** ***(2006.01)*** ***C22F1/08*** ***(2006.01)***

B22D11/00 ***(2006.01)*** ***H01C3/00*** ***(2006.01)***

(30)優先權：2023/03/29 法國 2303003

(71)申請人：法商勒布朗艾洛依簡易股份有限公司 (法國) LEBRONZE ALLOYS (FR)
法國

(72)發明人：弗拉門特 朱利安 FLAMENT, JULIEN (FR)；休伯特 瑪蒂爾 HUBERT, MATHIEU (FR)

(74)代理人：張耀暉；呂昆餘；莊志強

(56)參考文獻：

CN 111971405A CN 115279930A

審查人員：李南漳

申請專利範圍項數：7 項 圖式數：1 共 15 頁

(54)名稱

銅基精密電阻合金及用於製造該銅基精密電阻合金之帶材的方法

(57)摘要

一種基於銅、錳、鎳及錫的精密電阻合金。一種用於製造精密電阻器之銅(Cu)基精密電阻合金，該合金特徵在於，該合金以質量%計，其由以下組成：-比例在 20.0%與 23.0%之間的錳(Mn)；-比例在 4.5%與 8.0%之間的鎳(Ni)；-比例在 0.2%與 2.0%之間的錫(Sn)；-可選地，比例在 0.02%與 0.15%之間的矽（Si），其中 Sn+4*Si ＜ 2.0%；及其餘為銅及不可避免的雜質，並且該銅基精密電阻合金中 Mn 及 Ni 之比例之間的比率（以質量%計）在 3.0 與 5.0 之間。本發明之合金可以特別地用於製造精密電阻器，用於電池管理系統、分流器或應變儀中的應用。

A precision resistance alloy based on copper, manganese, nickel and tin. A copper (Cu)-based precision resistance alloy for the manufacture of a precision resistor, said alloy being characterized in that it consists of, in mass %: - manganese (Mn) in a proportion between 20.0 and 23.0%, - nickel (Ni) in a proportion of between 4.5 and 8.0%, - tin (Sn) in a proportion between 0.2 and 2.0%, and - Optionally silicon (Si) in a proportion of between 0.02 and 0.15%, where Sn+4*Si ＜ 2.0%, the remainder being copper and unavoidable impurities, and in which alloy the ratio (in mass %) between the proportion of Mn and Ni is between 3.0 and 5.0. The alloy of the invention may in particular be used in the manufacturing of precision resistors, for applications in battery management systems, in shunts, or in strain gauges.

指定代表圖：

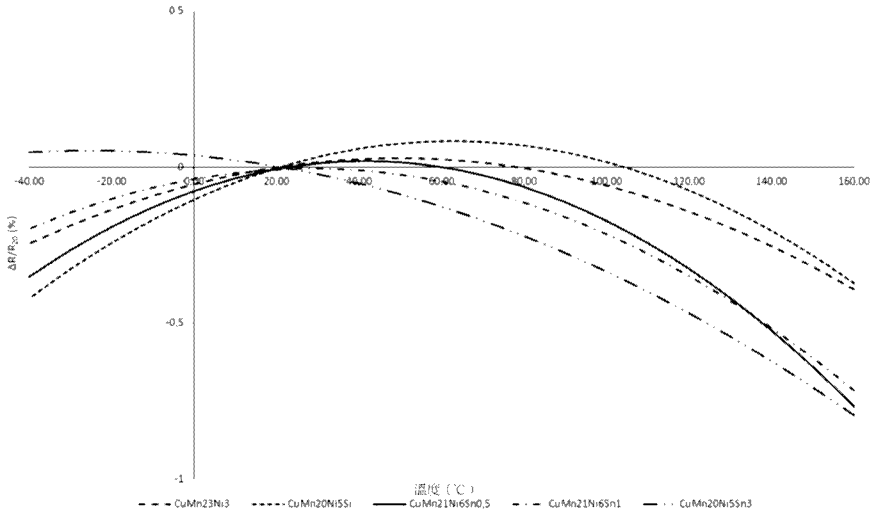

0.5
0
-0.5
-1
-40.00
-20.00
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
100.00
120.00
140.00
160.00
ΔR/R25 (%)
溫度（℃）
CuMn23Ni3
CuMn20Ni5Sn
CuMn21Ni6Sn0.5
CuMn21Ni6Sn1
CuMn20Ni5Sn3

圖1

I883884

【發明摘要】

【中文發明名稱】銅基精密電阻合金及用於製造該銅基精密電阻合金之帶材的方法

【英文發明名稱】COPPER-BASED PRECISION RESISTANCE ALLOY AND METHOD FOR MANUFACTURING A STRIP OF THE COPPER-BASED RESISTANCE ALLOY

【中文】

一種基於銅、錳、鎳及錫的精密電阻合金。一種用於製造精密電阻器之銅(Cu)基精密電阻合金，該合金特徵在於，該合金以質量%計，其由以下組成：-比例在20.0%與23.0%之間的錳(Mn)；-比例在4.5%與8.0%之間的鎳(Ni)；-比例在0.2%與2.0%之間的錫(Sn)；-可選地，比例在0.02%與0.15%之間的矽（Si），其中Sn+4*Si<2.0%；及其餘為銅及不可避免的雜質，並且該銅基精密電阻合金中Mn及Ni之比例之間的比率（以質量%計）在3.0與5.0之間。本發明之合金可以特別地用於製造精密電阻器，用於電池管理系統、分流器或應變儀中的應用。

【英文】

A precision resistance alloy based on copper, manganese, nickel and tin. A copper (Cu)-based precision resistance alloy for the manufacture of a precision resistor, said alloy being characterized in that it consists of, in mass %: - manganese (Mn) in a proportion between 20.0 and 23.0%, - nickel (Ni) in a proportion of between 4.5 and 8.0%, - tin (Sn) in a proportion between 0.2 and 2.0%, and - Optionally silicon (Si) in a proportion of between 0.02 and 0.15%, where Sn+4*Si<2.0%, the remainder being copper and unavoidable impurities, and in which alloy the ratio (in mass %) between the proportion of Mn and Ni is between 3.0 and 5.0. The alloy of the invention may in particular be used in the manufacturing of precision resistors, for applications in battery management systems, in shunts, or in strain gauges.

【指定代表圖】圖1。

【代表圖之符號簡單說明】

無。

【特徵化學式】

無。

【發明說明書】

【中文發明名稱】銅基精密電阻合金及用於製造該銅基精密電阻合金之帶材的方法

【英文發明名稱】COPPER-BASED PRECISION RESISTANCE ALLOY AND METHOD FOR MANUFACTURING A STRIP OF THE COPPER-BASED RESISTANCE ALLOY

【技術領域】

【0001】本發明係關於基於銅之電阻合金的領域，並且更具體地，其主要成分為銅及錳之電阻合金，且亦包含鎳、錫、及可選地矽的電阻合金。

【先前技術】

【0002】基於銅及錳之合金習知其電性特性，且特別是其電阻率。

【0003】在所謂的「精密」電阻合金中，超出電阻之必需特徵為電阻溫度係數(TCR)，以及熱電功率(TEP)。

【發明內容】

【0004】本發明更確切地涉及一種合金，該合金在長期使用（數百小時）暴露於溫度後具有其電阻率的最佳穩定性、非常低的溫度係數以及非常小的熱電功率，該合金將用於測量電流的精密電阻器或用於標準電阻器。

【0005】因此，這種合金將特別地應用於製造精密電阻器，諸如分流器（或微分流器），這些精密電阻器在電池管理系統(BMS)中特別重要，在該電池管理系統中溫度對電池的充電容量具有重大影響，或者甚至可能破壞電池的充電容量。

【0006】此合金亦可以用於製造基於晶片之精密電阻器（或SMD-表面安裝電阻器與晶片電阻器），諸如金屬箔電阻器或電流感測電阻器。

【0007】最後，此合金亦將應用於製造測量需要高精度及溫度穩定性之應變儀。

【0008】 分流器特別地由電阻合金製造的核心與兩個銅連接器組成，並且該等連接器透過焊接組裝到該核心上，該核心的材料與銅連接器之間的電位差影響TEP，該電位差必須盡可能低。

【0009】 換言之，熱電功率反映了經受溫度梯度作用下一對材料之間出現的電位差。

【0010】 在目標應用中，即在精密電阻器中，尋求最低可能的TEP，以避免寄生電流的存在，該寄生電流對於某些並行具有高電阻率值的應用係有害的。

【0011】 與導電率相反，表示為ϱ的電阻率定義了材料阻擋電荷通過並因此阻擋電流通過的能力。

【0012】 銅的電阻率ϱ非常低（在退火狀態下為1.724 μΩ.cm），這使它成為優異的導電體。實際上，銅的導電率被定義為等於100% IACS（國際退火之銅標準）。

【0013】 最後，溫度係數TC表示作為溫度的函數的物理性能的變化，所述物理性能可以係例如材料的熱導率、導體的機械強度或電阻。

【0014】 在本發明之應用中，感興趣的物理量係電阻溫度係數(TCR)；因此，將測量該性能，並且尋求實現最低可能值。

【0015】 在其主要成分係銅的合金中，可以將錳添加到該銅中，這具有增加合金的電阻率與熱電功率的效果，同時降低溫度係數。

【0016】 向先前的合金中添加鎳一方面具有增加電阻率的效果，然而比錳的效果更低，另一方面降低熱電功率。

【0017】 取決於元件及溫度範圍之組合，TCR可為負的、正的或零。

【0018】 也可以添加錫與矽，錫與矽的比例範圍高達3質量%，矽高達1質量%，以調節電阻的溫度係數、熱電功率，並改善電阻率的溫度穩定性。

【0019】 因此，特別地，公開號為US 2020/224293的美國專利申請係習知的，一種由合金製造的電阻元件，該合金包含銅、比例在23%與28%之間的錳、

比例在9%與13%之間的鎳、以及比例高達1%的錫。

【0020】 亦可添加矽，以至多1%之比例加入。

【0021】 由此獲得一種合金，使得最終產品有可能具有令人感興趣的電阻率，約為90 μΩ.cm。

【0022】 然而，包含高比例錳之精密電阻合金具有缺點。

【0023】 具體而言，此類合金在其生產时需要真空熔化或元素的受控氣氛，以避免形成可能改變合金性能的氧化物MnO。除了熔化之外，將液態合金轉移到鑄錠模具需要經常使用不會導致空氣通過的技術（源製程）。

【0024】 然而，熔化及真空鑄造步驟的實施需要使用特定設備（真空室、大氣控制），尤其具有昂貴的缺點。

【0025】 此外，溫度係數TCR與熱電功率TEP的穩定性仍需要改進，以便提供用於製造精密電阻器的最佳組成的合金。

【0026】 其他合金係先前技術中習知的，特別是具有包含6%與10%之間的錳以及3%至9%之間的鋁的組成物，用於電阻器製造中的應用。

【0027】 也就是說，對於此類合金，所獲得之電阻率值相對較低，通常在25 μΩ.cm與55 μΩ.cm之間，對於目標應用並不是非常令人感興趣。

【0028】 這同樣適用於CuMnSn合金，其組成包含5%與12%之間的錳與1%至7%的錫，並且透過其電阻率值集中在30 μΩ.cm左右。

【0029】 本發明旨在提出一種銅基合金，該銅基合金的組成物進一步由至少錳、鎳與錫組成，以用於生產精密電阻器，這些精密電阻器具有至少70 μΩ.cm的高電阻率、低TEP與在20°C至50°C的溫度範圍內的最佳TCR，同時亦具有隨時間推移而穩定的電阻率。

【0030】 為此，本發明係關於一種用於製造精密電阻器之銅(Cu)基精密電阻合金，其特徵在於，所述合金以質量%計由以下組成：

-比例在20.0%與23.0%之間的錳(Mn)；

-比例在4.5%與8.0%之間的鎳(Ni)；

-比例在0.2%與2.0%之間的錫(Sn)；

-可選地，比例在0.02%與0.15%之間的矽（Si），其中Sn+4*Si<2.0%；

其餘為銅及不可避免的雜質，

並且所述精密電阻合金中在Mn與Ni的比例之間的比率（以質量%計）係在3.0與5.0之間。

【0031】根據本發明之精密電阻合金的具體實施例：

-合金中之Sn比例為在0.6重量%與1.6重量%之間；

-合金中之Mn比例為20.0重量%與22.0重量%之間；

-合金中之Ni比例為在5.0重量%與6.5重量%之間；

-該合金具有以下特性：

●電阻率在70 μΩ.cm與85 μΩ.cm之間，

●熱電功率TEP值小於2 μV/°C，較佳地小於1 μV/°C，更較佳地小於0.5 μV/°C，以及

●電阻溫度係數TCR在20°C與50°C之間，在-50 ppm/°C與+50 ppm/°C之間，較佳地在-40 ppm/°C與+40 ppm/°C之間，並且更較佳地在-20 ppm/°C與+20 ppm/°C之間。

【0032】本發明亦涉及一種精密電阻器，其一方面包含由本發明的電阻合金獲得的核心，另一方面包含位於所述核心的任一側並透過焊接組裝到其上的銅連接器。

【0033】本發明亦涉及一種用於製造根據本發明與上文所述的銅基精密電阻合金之帶材的方法的第一實施例，所述方法至少包含按順序進行的以下步驟：

-熔化所述合金的組成元素並連續鑄造，以獲得厚度或直徑為100 mm與250 mm之間的鑄錠；

-在600°C與800°C之間的溫度下的均質化熱處理操作2 h至5 h；

-透過動態熱再結晶從均質化鑄錠獲得厚度小於20 mm的帶材，所述動態熱再結晶包含在700°C與850°C之間的溫度下以大於50%的截面還原率軋製、擠出與鍛造；

-透過冷硬化後的靜態再結晶，以65%與85%之間的還原率，在550°C與700°C之間的溫度下，持續時間在1 h與3 h之間，獲得厚度小於10 mm的帶材。

在本發明之方法的第二實施例中，並且有利的是，其至少包含按順序採取的以下步驟：

-熔化所述合金的組成元素並連續鑄造，以獲得厚度小於20 mm的帶材；

-在600°C與800°C之間的溫度下的均質化熱處理操作2 h至5 h；

-從厚度小於20 mm並均質化的帶材，透過冷硬化後的靜態再結晶，以65%與85%之間的還原率，在550°C與700°C之間的溫度下，持續時間在1 h與3 h之間，獲得厚度小於10 mm的帶材。

【0034】 本發明進一步的目的與優點將在以下涉及實施例的說明書中變得顯而易見，該等實施例僅作為指示性與非限制性實例提供。

【圖式簡單說明】

【0035】 參考圖式將有助於理解該說明書，其中：

圖1示出了對於具有以下組成的本發明的兩種合金，電阻相對於20°C下的電阻的變化隨溫度變化的曲線：

-CuMn21Ni6Sn1 (— · — · —)，具有21.0% Mn、6.0% Ni與1.0% Sn，其餘為銅與不可避免的雜質；

-CuMn21Ni6Sn0.5 (—)具有21.0% Mn、6.0% Ni及0.5% Sn，其餘部分為銅及不可避免的雜質；

以及三種比較合金，其組成未落入本發明的定義中：

-CuMn23Ni3 (— — —)，具有23.0% Mn與3.0% Ni，其餘為銅與不可避免的雜質；

-CuMn12Ni5Sn3 (— · · — · · —)，具有12.0% Mn、5.0% Ni與3.0% Sn，其餘為銅與不可避免的雜質

-CuMn20Ni5Si (-------)，具有20.0% Mn、5.0% Ni與Si，其餘為銅與不可避免的雜質。

【實施方式】

【0036】本發明涉及一種用於製造標準電阻器或精密電阻器的基於銅(Cu)的合金，所述精密電阻器特別應用於諸如分流器與應變儀的測量裝置中，所述分流器可能存在於電池管理系統中。

【0037】在此類系統中，溫度具有對電池的充電容量的主要影響，或甚至會造成其破壞。

【0038】因此，對於此類應用而言，重要的是提出用於製造精密電阻的合金，該等合金在這些組件可能經受的溫度範圍內具有穩定的電性能。

【0039】因此，本發明人已經開發了一種精密電阻合金，其主要元素係Cu，並且具有以下組成，其對於在精密電阻器的製造中使用與獲得期望的熱電特性係最佳的：

-在20.0%與23.0%之間的錳(Mn)比例；

-在4.5%與8.0%之間的鎳(Ni)比例；

-在0.2%與2.0%之間的錫(Sn)比例；

其餘為銅及不可避免的雜質，後者為比例不大於0.8%，較佳地不大於0.4%。

【0040】並且該精密電阻合金中在Mn與Ni的比例之間的比率（以質量%計）係在3.0與5.0之間。

【0041】這樣的合金組成物使得可以製造在電阻率以及TCR與TEP方面具有優異性能的精密電阻器，並且此外，在所述電阻在使用時經受的溫度範圍內保持這些性能的穩定性。

【0042】因此，這種合金組成物可以製造出電阻率特別高的電子組件，對於

這種合金系列來說，電阻率在70.0 μΩ.cm與85.0 μΩ.cm之間。

【0043】 到目前為止，以CuMnNi為基體的合金還沒有達到這樣的電阻率值，這些合金皆係在傳統的熔融方法中開發出來的，只有在真空熔融過程中才能達到這樣的電阻率值。

【0044】 亦即，在精密電阻器的應用領域中，高電阻率並不足夠。

【0045】 此外，透過本發明之合金組成物，本發明人亦實現了溫度係數TCR與熱電能量TEP的最佳值。

【0046】 更具體地，Mn/Ni比率，在合金中之錳與鎳之間的比例，其必須在3與5之間，使其可能確保最佳TEP及較佳的係低於1 μV/°C。

【0047】 需要提醒的是，TEP反映的是在熱梯度作用下，一對材料交界處出現的電位差。

【0048】 因此，透過本發明的精密電阻合金的特定Mn/Ni比率，在由所述合金獲得的精密電阻器的核心與透過焊接組裝到所述核心的銅連接器之間保持低電位差。

【0049】 本發明的電阻合金中錫的比例在0.2%與2.0%之間，使得可以確保在20°C與50°C之間的溫度範圍內獲得-50 ppm/°C與+50 ppm/°C之間的電阻溫度係數TCR。

【0050】 換言之，本發明的合金在使用透過所述合金獲得的精密電阻器的溫度範圍內保持電阻器的溫度穩定。

【0051】 較佳地，本發明之合金內的Sn比例為0.6%與1.6%之間，其亦允許TCR設定且維持在-40 ppm/°C與40 ppm/°C之間的範圍內。

【0052】 更佳地，仍有可能建立介於0.2%與1.0%之間的錫比例使得有可能獲得在-20 ppm/°C與20 ppm/°C之間的特別最佳TCR。

【0053】 圖1的圖式使得可以比較由下式表示的根據本發明的兩種合金：

-CuMn21Ni6Sn1（曲線— · — · —）並且包含21.0% Mn、6.0% Ni與1.0% Sn，

其餘為銅與不可避免的雜質；以及

-CuMn21Ni6Sn0.5（實體曲線—），具有21.0% Mn、6.0% Ni與0.5% Sn，其餘為銅與不可避免的雜質，

用組成不同的三種合金：CuMn23Ni3 (— — —)、CuMn12Ni5Sn3 (— · · — · · —)與CuMn20Ni5Si (-------)。

【0054】該圖顯示了這些合金的電阻相對於作為溫度函數的20°C下的電阻的變化曲線。根據這些曲線，TCR可以透過數學建模來推導。

【0055】因此，從這些曲線上所示的結果可以推斷，本發明的合金各自使得有可能獲得接近0的特別穩定的TCR，特別是在包含在20°C與50°C之間的溫度範圍內。

【0056】根據本發明的精密電阻合金的組成的可選特徵，除了Cu、Mn、Ni與Sn之外，其組成亦包含0.02質量%與0.15質量%之間的矽（Si）比例。

【0057】在這種情況下，當本發明合金的組成中含有一定比例的Si時，考慮到Sn的質量百分比與Si的質量百分比，必須遵循以下關係：

質量百分比的總和(Sn+4*Si)必須小於2.0%，更佳地該總和(Sn+4*Si)小於1.6%。

【0058】在熔化所述合金的各種組成元素結束時，最佳地在本發明的電阻合金的製備方法期間進行的Si的引入使得可以一方面減少Mn氧化物的形成，另一方面減少在鑄造步驟期間Mn的氧化並限制可能對電阻器的熱電性能具有不利影響的孔隙的形成。

【0059】此外，Si對電阻率起作用，就像Mn一樣。因此，將Si引入本發明的合金中使得可以進一步改善所獲得的電阻率值。

【0060】然而，考慮到元素Sn與Si對TCR的組合影響係合適的，其保持在-20 ppm/°C與+20 ppm/°C之間，同時符合上述關係(Sn+4*Si)<2.0%，較佳地<1.6%。

【0061】此外，本發明的電阻合金中Si的比例必須小於0.15%，以避免在由

所述合金製造帶材的方法中進行的熱轉變步驟期間削弱該合金。

【0062】 實際上，本發明亦涉及一種用於製造如上所述的銅基精密電阻合金帶的方法，該銅基精密電阻合金由元素Mn、Ni、Sn、可選地Si以一定比例組成，並符合所述Mn/Ni比，以及可選地，引入標準Si+Sn，在適用的情況下，合金的其餘為Cu以及不可避免的雜質。

【0063】 在本發明之方法的第一實施例中，後者至少包含按順序採取的以下步驟：

-熔化所述合金的構成元素並且半連續鑄造以便獲得具有包含在100 mm與250 mm之間的厚度或直徑的鑄錠；

-在有利地600°C與800°C之間的溫度下進行均質化熱處理操作，時間較佳地在2 h與5 h之間；

-由根據前述步驟均質化的鑄錠，透過動態熱再結晶獲得厚度小於20 mm的帶材，所述動態熱再結晶包含至少軋製或擠壓或鍛造，在有利地700°C至850°C的溫度下，截面還原率大於50%；

-透過冷硬化後的靜態再結晶，以65%與85%之間的還原率，在有利地550°C與700°C之間的溫度下，持續時間較佳地在1 h與3 h之間，獲得厚度小於10 mm的帶材。

【0064】 在本發明之方法的第二實施例中，該方法至少包含按順序採取的以下步驟：

-熔化所述合金的組成元素並連鑄，以獲得厚度小於20 mm的帶材；

-在有利地600°C與800°C之間的溫度下進行均質化熱處理操作，時間較佳地在2 h與5 h之間；

-從厚度小於20 mm並均質化的帶材，透過冷硬化後的靜態再結晶，以65%與85%之間的還原率，在較佳地550°C與700°C之間的溫度下，持續時間有利地在1 h與3 h之間，獲得厚度小於10 mm的帶材。

【0065】 由於本發明的精密電阻合金的特定組成，本發明的方法有利地不需要在真空室中熔化與鑄造。

【0066】 換言之，在本發明的方法中，不是在真空下進行常規的熔化與鑄造。

【0067】 此外，該方法的實施使得可以降低微觀結構中的不均勻性以允許轉變，並且確保獲得的最終產品的電性能的均勻性與恆定性。

【0068】 亦應當注意，在轉變之前，不超過800°C的合金的均質化溫度允許溶解富含Sn之CuMnSn相（超過20% Sn），並因此避免它們的熔化，熔化可能導致轉變期間的剝離與損壞。

【0069】 最佳地，當起始合金中Si的比例在0.02%與0.15%之間時，同時滿足Sn+0.4*Si<2.0%，較佳地<1.6%的標準時，Si在熔化過程的末尾加入，即在引入並熔化合金的其他組成元素Cu、Mn、Ni與Sn之後加入。

【符號說明】

無。

【發明申請專利範圍】

【請求項1】 一種用於製造精密電阻器之銅(Cu)基精密電阻合金，其特徵在於，該銅基精密電阻合金以質量%計，其由以下組成：

-比例在 20.0%與 23.0%之間的錳(Mn)；

-比例在 4.5%與 8.0%之間的鎳(Ni)；

-比例在 0.2%與 2.0%之間的錫(Sn)；

-可選地，比例在 0.02%與 0.15%之間的矽(Si)，其中 Sn+4*Si<2.0%；及

-其餘為銅及不可避免的雜質，

-且該銅基精密電阻合金中，該 Mn 及該 Ni 之比例之間的比率(以質量%計)在 3.0 與 5.0 之間。

【請求項2】 如請求項1所述之銅基精密電阻合金，其中，該Sn之比例係介於0.6%與1.6%之間。

【請求項3】 如請求項1或2所述之銅基精密電阻合金，其中，該Mn之比例係在20.0%與22.0%之間。

【請求項4】 如請求項1或2所述之銅基精密電阻合金，其中，該Ni之比例係介於5.0%與6.5%之間。

【請求項5】 如請求項1或2所述之銅基精密電阻合金，其中，該銅基精密電阻合金的電阻率在70μΩ. Cm與85 μΩ. cm之間，熱電功率TEP值小於2 μV/°C，並且電阻溫度係數TCR在20°C與50°C之間、在-50 ppm/°C與+50 ppm/°C之間。

【請求項6】 一種用於製造如請求項1至5中任一項所述之銅基精密電阻合金之帶材的方法，該銅基精密電阻合金以質量%計由在20.0%與23.0%之間的Mn、在4.5%與8.0%之間的Ni、在0.2%與2.0%之間的Sn、可選地在0.02%與0.15%之間的Si，符合Sn+4*Si<2.0%及其餘為銅與不可避免的雜質組成，並且該銅基精密電阻合金中，該Mn與該Ni的比例之間的比率在3.0至5.0之間，該方法的特徵在於其包含，至少按順序進行以下步驟：

-熔化該銅基精密電阻合金的組成元素並半連續鑄造，以獲得厚度或直徑在100 mm與250 mm之間的鑄錠；

-在600°C與800°C之間的溫度下的均質化熱處理操作2 h至5 h；

-透過動態熱再結晶從均質化鑄錠獲得厚度小於20 mm的帶材，該動態熱再結晶包含在700°C與850°C之間的溫度下以大於50%的截面還原率軋製、擠出與鍛造；及

-透過冷硬化後的靜態再結晶，以65%與85%之間的還原率，在550°C與700°C之間的溫度下，持續時間在1 h與3 h之間，獲得厚度小於10 mm的帶材。

【請求項7】 一種用於製造如請求項1至5中任一項所述之銅基精密電阻合金之帶材的方法，該銅基精密電阻合金以質量%計，由在20.0%與23.0%之間的Mn、在4.5%與8.0%之間的Ni、在0.2%與2.0%之間的Sn、可選地在0.02%與0.15%之間的Si，符合Sn+4*Si＜2.0%及其餘為銅與不可避免的雜質組成，其中，該銅基精密電阻合金中，該Mn與該Ni的比例之間的比率在3.0至5.0之間，該方法的特徵在於其包含以下步驟：

-熔化該銅基精密電阻合金的組成元素並連續鑄造，以獲得厚度小於20 mm的帶材；

-在600°C與800°C之間的溫度下的均質化熱處理操作2 h至5 h；

-從厚度小於20 mm並均質化的帶材，透過冷硬化後的靜態再結晶，以65%與85%之間的還原率，在550°C與700°C之間的溫度下，持續時間在1 h與3 h之間，獲得厚度小於10 mm的帶材。

【發明圖式】

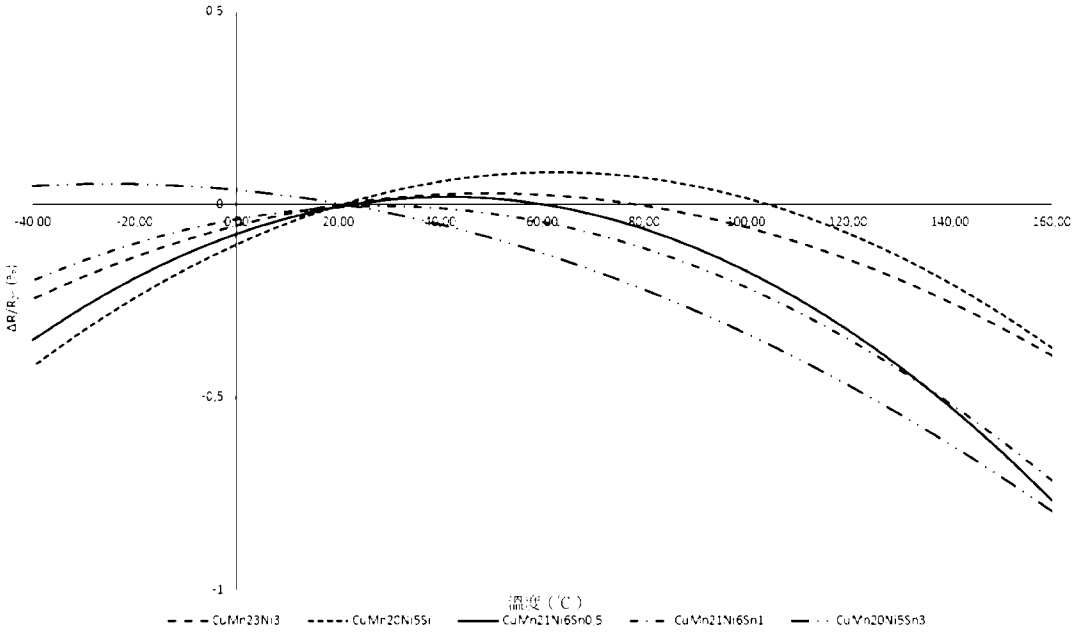

0.5
0
-0.5
-1
-40.00
-20.00
0.00
20.00
40.00
60.00
80.00
100.00
120.00
140.00
160.00
溫度（℃）
CuMn23Ni3
CuMn20Ni5Si
CuMn21Ni6Sn0.5
CuMn21Ni6Sn1
CuMn20Ni5Sn3

圖1