

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4138844号  
(P4138844)

(45) 発行日 平成20年8月27日(2008.8.27)

(24) 登録日 平成20年6月13日(2008.6.13)

(51) Int.Cl.		F I	
C 2 2 C	9/00	(2006.01)	C 2 2 C 9/00
C 2 2 C	27/06	(2006.01)	C 2 2 C 27/06
C 2 2 C	1/04	(2006.01)	C 2 2 C 1/04 A
C 2 2 F	1/08	(2006.01)	C 2 2 C 1/04 E
C 2 2 F	1/11	(2006.01)	C 2 2 F 1/08 A

請求項の数 14 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2007-34405 (P2007-34405)	(73) 特許権者	593178340 J F E 精密株式会社 新潟県新潟市東区上王瀬町2番3号
(22) 出願日	平成19年2月15日(2007.2.15)	(73) 特許権者	000001258 J F E スチール株式会社 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号
(65) 公開番号	特開2008-57032 (P2008-57032A)	(74) 代理人	100099531 弁理士 小林 英一
(43) 公開日	平成20年3月13日(2008.3.13)	(72) 発明者	寺尾 星明 新潟県新潟市上王瀬町2番3号 J F E 精密株式会社内
審査請求日	平成20年2月14日(2008.2.14)	(72) 発明者	太田 裕樹 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2006-38054 (P2006-38054)		
(32) 優先日	平成18年2月15日(2006.2.15)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
(31) 優先権主張番号	特願2006-211605 (P2006-211605)		
(32) 優先日	平成18年8月3日(2006.8.3)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 Cr-Cu合金およびその製造方法ならびに半導体用放熱板と半導体用放熱部品

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Cuマトリックスと偏平したCr相からなる粉末冶金で得られたCr-Cu合金であって、Cr-Cu合金中のCr含有量が30質量%を超え80質量%以下であり、前記偏平したCr相の平均アスペクト比が1.0を超え100未満であることを特徴とするCr-Cu合金。

【請求項2】

前記偏平したCr相の密度が、Cr-Cu合金の厚み方向の1mmあたり200個以下であることを特徴とする請求項1に記載のCr-Cu合金。

【請求項3】

前記Cuマトリックス中に、長径が100nm以下でアスペクト比が10未満の粒子状Cr相が析出し、前記粒子状Cr相の密度が20個/μm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする請求項1または2に記載のCr-Cu合金。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載のCr-Cu合金を使用した半導体用放熱板。

【請求項5】

請求項1～3のいずれか一項に記載のCr-Cu合金を使用した半導体用放熱部品。

【請求項6】

Cr含有量が30質量%を超え80質量%以下であり、残部がCuおよび不可避免的不純物からなるCr-Cu合金を冷間圧延で10%以上の圧下を加えることにより、Cr相の平均アスペクト比が1.0を超え100未満とすることを特徴とするCr-Cu合金の製造方法。

10

20

## 【請求項 7】

Crの原料としてCr粉末を使用することを特徴とする請求項 6 に記載のCr - Cu合金の製造方法。

## 【請求項 8】

Cr粉末を焼結して多孔質体とした後、前記多孔質体にCuを溶浸して、Cr含有量を30質量% 超え80質量% 以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、前記溶浸体に冷間圧延で10% 以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程とを有することを特徴とするCr - Cu合金の製造方法。

## 【請求項 9】

Cr粉末を焼結して多孔質体とした後、前記多孔質体にCuを溶浸して、Cr含有量を30質量% 超え80質量% 以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、前記溶浸体に冷間圧延で10% 以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程と、前記圧延材を300～900 の温度範囲で加熱する熱処理工程とを有することを特徴とするCr - Cu合金の製造方法。

10

## 【請求項 10】

Cr粉末とCu粉末を混合して焼結しCr含有量を30質量% 超え80質量% 以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、前記溶浸体に冷間圧延で10% 以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程とを有することを特徴とするCr - Cu合金の製造方法。

## 【請求項 11】

Cr粉末とCu粉末を混合して焼結しCr含有量を30質量% 超え80質量% 以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、前記溶浸体に冷間圧延で10% 以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程と、前記圧延材を300～900 の温度範囲で加熱する熱処理工程とを有することを特徴とするCr - Cu合金の製造方法。

20

## 【請求項 12】

Cr粉末とCu粉末を混合して焼結し、さらにCuを溶浸することでCr含有量を30質量% 超え80質量% 以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、前記溶浸体に冷間圧延で10% 以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程とを有することを特徴とするCr - Cu合金の製造方法。

## 【請求項 13】

Cr粉末とCu粉末を混合して焼結し、さらにCuを溶浸することでCr含有量を30質量% 超え80質量% 以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、前記溶浸体に冷間圧延で10% 以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程と、前記圧延材を300～900 の温度範囲で加熱する熱処理工程とを有することを特徴とするCr - Cu合金の製造方法。

30

## 【請求項 14】

前記焼結溶浸工程で得た溶浸体を300～1050 の温度範囲で加熱した後、冷間圧延を行なうことを特徴とする請求項 8～13のいずれか一項に記載のCr - Cu合金の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、電子機器に搭載された半導体素子等の発熱体から発生する熱を速やかに放散させるために用いられ、低い熱膨張率と高い熱伝導率を要求される半導体用放熱板（すなわちヒートシンク材またはヒートスプレッダー材）や半導体用放熱部品、ならびにその素材となるCr - Cu合金およびその製造方法に関するものである。

40

なお、ここでは半導体用放熱板と半導体用放熱部品を総称して放熱用材料と記す。

## 【背景技術】

## 【0002】

半導体素子等の電子部品を搭載した電子機器を作動させる際には、電子回路への通電に伴い電子部品が発熱する。電子機器の高出力化に伴い、作動時の発熱量はますます増加する傾向にあるが、温度が上昇し過ぎると半導体素子の特性が変化し、電子機器の動作が不安定になる問題が生じる。また長時間にわたって使用することによって過剰な高温に曝されると、電子部品の接合材（たとえばハンダ等）や絶縁材（たとえば合成樹脂等）が変質して、電子機器の故障の原因になる。そのため、電子部品から発熱する熱を速やかに放散

50

させる必要がある。そこで、放熱用材料を介して熱を放散させる技術が種々検討されている。

【0003】

半導体素子は、放熱用材料に直接、あるいはたとえば窒化アルミニウム (AlN) にAl電極をダイレクトボンディングした基板 (いわゆるDBA基板) 上にハンダ付けあるいは口ウ付けされた後、放熱用材料の上に同様の方法により固定される。その際、DBA基板の熱膨張率は  $5 \sim 7 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  であるため、接合される放熱用材料としてはこれに近い熱膨張率を有することが要求される。現在使用されている放熱用材料としては、W-Cu系複合材料の熱膨張率が  $6 \sim 9 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  であり、Mo-Cu系複合材料の熱膨張率が  $7 \sim 14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$  である。このように接合される相手材に近い熱膨張率を有することにより、半導体素子の発熱によって発生する熱応力の影響を小さく抑えることができる。

10

【0004】

放熱用材料は、熱膨張が少ないことに加えて、熱伝導率が高いことが要求されるが、両者を同時に達成することは難しい。そのため、熱膨張率の小さい材料と熱伝導率の大きい材料を組み合わせた複合材料が多く用いられている。

このような例として、たとえば特許文献1には、W-Cu, Mo-Cu等の金属-金属系複合材料が提案されている。W, Moは熱膨張率が低く、他方、Cuは熱伝導率が高いという特性を利用する技術である。

【0005】

また特許文献2には、SiC-Al, Cu<sub>2</sub>O-Cu等のセラミックス-金属系の複合材料が開示されている。

20

さらに特許文献3にはCr-Cu, Nb-Cu等の金属-金属系複合材料が開示されている。この技術は、鑄造した後で熱間圧延し、さらに冷間圧延して所定の形状を得てから溶体化熱処理し、時効熱処理を行なってCuマトリックス中から粒子状Cr相を析出させ、それによって熱膨張率の低減を図るものである。特許文献3は、Cr-Cu系合金について、低熱膨張率と高熱伝導率を共に達成するための技術である。この技術は、2~50質量%のCrを含有するCu合金について、第2相として存在する凝固の際に析出する初晶Cr相のアスペクト比を10以上とすることによって、複合則から予想されるよりも低い熱膨張率を得ることが可能になるというものである。しかしながら、製造方法は溶解鑄造法を前提としているので、開示されている方法ではCr含有量が増加すると、融点が高くなる上、凝固偏析により均質な合金製造が困難である。これを均質化するためには、高温長時間の均質化熱処理に加えて、熱間鍛造や熱間圧延工程が必要となる。したがって、特許文献3の実施例には、30質量%を超えるCrを含有する例は開示されていない。しかしながら、この方法では凝固の際の1次析出相であるCr相のアスペクト比を100以上として、やっと複合則より10%程度の熱膨張率低下が得られる程度である。Cr相のアスペクト比を100とするだけでも、たとえば冷間圧延では90%以上の圧下を必要とする。その結果、製造コストの上昇を招き、しかも製品として提供できる放熱用材料の寸法が制限されるという問題がある。

30

40

【0006】

非特許文献1には、30質量%以上のCrを含むCr-Cu合金を溶解と冷間加工によって均一に製造する技術が開示されている。すなわち、CrとCuの混合粉末を焼結したものを消耗電極として用い、高価なアーク放電を用いた溶解鑄造法で鑄造し、さらに室温での延性が不十分なCrが変形し易いように押し出し法によって丸棒を製造する方法である。押し出し法は、Crに対してCuマトリックスからの静水圧が働くため、加工が容易となることを利用したものである。この技術では経済性に問題があり、かつ放熱材料のような薄い板状の材料の製造には適していない。

【0007】

50

非特許文献2には、15質量%のCrを含み、20 $\mu$ m程度の微細Cr相を析出させたCr-Cu合金に対し、冷間で強加工を施すことにより、低い熱膨張率を達成する技術が開示されている。この技術では、Cr相を1 $\mu$ mほどの厚さとなるまで強加工を行なう必要があり、経済性に問題がある。また、たとえば30質量%以上のCrを含む場合に、このような強加工を行なうことは困難であると考えられる。

【0008】

また発明者らは、特許文献4に、熱処理によって熱膨張率を調整したCr-Cu材を放熱用材料に適用する技術を開示している。特許文献4に開示した粉末冶金法では、Cr粉末を使用し、Cuと焼結あるいは溶浸を行なって合金化し、同様に時効熱処理を行なってCrマトリックス中から粒子状Cr相の析出を図るものである。これらの方法では、粒子状Cr相の析出は3次元でランダムであり、どの方向に対しても膨張率は一定である。一方、半導体用放熱材料では、一般的に薄板形状が多く、この場合、板面上に半導体が接合されるので、半導体の接合部を含む面、つまり板の面内の方向の熱膨張率を小さくすることが要求される。

10

【0009】

また、特許文献4に開示されたCr-Cu材では、微細析出物の析出形態を制御することのみで、熱膨張率を低減させる技術であるため、ロウ付け接合のような750以上の高温に加熱する接合方法では、微細析出物が変化してしまう惧れがあり、低い熱膨張率が安定して得られない。

【特許文献1】特公平5-38457号公報

20

【特許文献2】特開2002-212651号公報

【特許文献3】特開2000-239762号公報

【特許文献4】特開2005-330583号公報

【非特許文献1】Siemens Forsch.-Ber.Bd,17(1988)No3

【非特許文献2】古河電工時報 平成13年1月 p53~57

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明は上記のような問題を解消し、面内の方向の熱膨張率が小さく、かつ熱伝導率が大きく、さらに高温に加熱する接合の後も低い熱膨張率を保持し、しかも加工性に優れたCr-Cu合金とその製造方法を提供し、さらに、そのCr-Cu合金を用いた半導体用放熱板と半導体用放熱部品を提供することを目的とする。

30

つまり本発明は、放熱用材料(すなわち半導体用放熱板、半導体用放熱部品)に要求される種々の形状、特に板状の製品あるいはプレス成形用の素材を提供するものであり、Crの原料として粉末を使用することによって、従来の溶解鑄造法では均質な材料の製造が容易ではない組成の放熱用材料に対して経済的に放熱用材料を製造するものである。さらに本発明では、Cr粉末の焼結体にCuを溶浸させた溶浸体に冷間圧延を施すという新規の工程を採用することによって、熱膨張率をさらに低減した材料を製造するものである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

40

Cr-Cu合金の熱膨張率は、下記の(1)式で表わされる複合則に従うことが知られている(特許文献3参照)。

$$\alpha_{\text{alloy}} = \alpha_{\text{Cr}} \times V_{\text{Cr}} + \alpha_{\text{Cu}} \times (1 - V_{\text{Cr}}) \quad \dots (1)$$

$\alpha_{\text{alloy}}$  : Cr-Cu合金の熱膨張率

$\alpha_{\text{Cr}}$  : Crの熱膨張率

$\alpha_{\text{Cu}}$  : Cuの熱膨張率

$V_{\text{Cr}}$  : Crの体積分率

ただし、実際には(1)式のような単純な相加平均には従わず、(1)式から予測されるより大きい値になるようなモデルが多く提案されている。たとえばGermanらのモデルが知られている(R.M.German et al. Int. J. Powder Metall, vol.30(1994),p205)。

50

## 【 0 0 1 2 】

公表されている純Crの熱膨張率のデータはばらつきが大きく、Cr - Cu合金の熱膨張率を正確に予測するのは難しいが、(1)式に従うとした場合、放熱用材料として好適な低熱膨張率（たとえば $13 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ）を得るためのCr含有量が $V_{Cr}$ 値から算出でき、その計算値は30質量%以上となる。このようなCrを30質量%以上含有するCr - Cu合金を製造する際には、従来の溶解鑄造法ではアーク放電等の特殊な方法を採用する必要があり、製造コストの上昇は避けられない。

## 【 0 0 1 3 】

これに対して発明者らは、Crの含有量を広範囲にわたって調整可能な粉末冶金法を採用し、Cr粉末単独あるいはCr粉末とCu粉末を混合し焼結した後、Cuを溶浸する技術を開発した。Cuを溶浸する工程は、Cr粉末を単独で焼結し、多孔質体とした場合には必須であるが、Cr粉末とCu粉末を混合して焼結する場合には必ずしも必要ではない。Cr焼結体（すなわち多孔質体）またはCr - Cu焼結体にCuを溶浸させることにより、30質量%超え80質量%以下のCrを均一に分布させたCr - Cu合金を容易に製造することが可能となる。

10

## 【 0 0 1 4 】

発明者らは、このような溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加え、必要に応じて熱処理を施すことによって、面内の方向の小さい熱膨張率を得ることが可能であるという知見を得た。つまり、溶浸体に必要により均質化および時効のための熱処理（以下、均質化時効熱処理という）を300～1050で行なった後、冷間圧延で10%以上の圧下を付与し、さらに必要に応じて軟質化および時効のための熱処理（以下、軟質化時効熱処理という）を300～900で行なうことによって、面内の方向の熱膨張率の大幅な低減を達成できることを見出した。

20

## 【 0 0 1 5 】

冷間圧延前後の熱処理により、Cuマトリックス中に微細な粒子状Cr相が析出する。析出させる粒子状Cr相は、長径が100nm以下で、アスペクト比が10未満のものの密度が20個/ $\mu\text{m}^2$ 以上であることが熱膨張率低減の観点から好ましい。

ここでいう粒子状Cr相の数は、以下の方法で決定される。すなわち1～5kVの低加速電圧による走査型電子顕微鏡（いわゆるSEM）観察を1万倍～30万倍程度で行ない、視野中に見えるCr相の数から密度（個/ $\mu\text{m}^2$ ）を算出する。

30

## 【 0 0 1 6 】

観察に用いるサンプルは、以下のような方法でエッチングを行ってから実施する。すなわち、蒸留水80mlに対し、2クロム酸カリウム10g、硫酸（96質量%）5ml、塩酸（37質量%）1～2滴を溶解混合した溶液中に、室温で3～15秒浸漬後、水洗乾燥を行なうことで、微細なCr相の観察が可能となる。

焼結したままの素材や溶浸したままの素材を用いる方法は、さらに切削等の加工が必要であるので、様々な形状が要求される多品種少量生産には適していない。これに対して本発明のCr - Cu合金は、様々な厚さの板形状への加工が容易であり、プレス加工による打ち抜きにも適用できるので、大量生産のみならず、多品種少量生産にも対応できる。

## 【 0 0 1 7 】

補足であるが、本発明のCr - Cu合金では、溶浸体を製造する段階で空隙が残留する恐れがあるが、冷間圧延を行なうことによって空隙が押し潰されて密着する。その結果、空隙の存在に起因する熱伝導率の低下も防止できる。

40

すなわち本発明は、Cuマトリックスと偏平したCr相からなる粉末冶金で得られたCr - Cu合金であって、Cr - Cu合金中のCr含有量が30質量%超え80質量%以下であり、偏平したCr相の平均アスペクト比が1.0超え100未満であるCr - Cu合金である。

## 【 0 0 1 8 】

本発明のCr - Cu合金においては、偏平したCr相の密度がCr - Cu合金の厚み方向の1mmあたり200個以下であることが好ましい。

また本発明のCr - Cu合金においては、Cuマトリックス中に、長径が100nm以下でアスペクト比が10未満の粒子状Cr相が析出し、粒子状Cr相の密度が20個/ $\mu\text{m}^2$ 以上であるこ

50

とが好ましい。

【0019】

また本発明は、上記のCr - Cu合金を使用した半導体用放熱板あるいは半導体用放熱部品である。

また本発明は、Cr含有量が30質量%を超え80質量%以下であり、残部がCuおよび不可避免の不純物からなるCr - Cu合金を冷間圧延で10%以上の圧下を加えることにより、Cr相の平均アスペクト比が1.0を超え100未満とするCr - Cu合金の製造方法である。

【0020】

本発明のCr - Cu合金の製造方法においては、Crの原料としてCr粉末を使用することが好ましい。

さらに本発明は、Cr粉末を焼結して多孔質体とした後、多孔質体にCuを溶浸して、Cr含有量を30質量%を超え80質量%以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程とを有するCr - Cu合金の製造方法である。なお、多孔質体とは、多孔質状の焼結体を指し、溶浸体とは、多孔質体の気孔（空隙）にCuを溶浸させたもの、およびCr粉末とCu粉末を混合して焼結したCuマトリックス中にCr相が存在するものを指す。

また本発明は、Cr粉末を焼結して多孔質体とした後、多孔質体にCuを溶浸して、Cr含有量を30質量%を超え80質量%以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程と、圧延材を300～900の温度範囲で加熱する熱処理工程とを有するCr - Cu合金の製造方法である。

【0021】

また本発明は、Cr粉末とCu粉末を混合して焼結しCr含有量を30質量%を超え80質量%以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程とを有するCr - Cu合金の製造方法である。この発明では、焼結と溶浸を一つの工程で行なう。

また本発明は、Cr粉末とCu粉末を混合して焼結しCr含有量を30質量%を超え80質量%以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程と、圧延材を300～900の温度範囲で加熱する熱処理工程とを有するCr - Cu合金の製造方法である。この発明では、焼結と溶浸を一つの工程で行なう。

また本発明は、Cr粉末とCu粉末を混合して焼結し、さらにCuを溶浸することでCr含有量を30質量%を超え80質量%以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程とを有するCr - Cu合金の製造方法である。

また本発明は、Cr粉末とCu粉末を混合して焼結し、さらにCuを溶浸することでCr含有量を30質量%を超え80質量%以下とした溶浸体を得る焼結溶浸工程と、溶浸体に冷間圧延で10%以上の圧下を加えて圧延材を得る圧延工程と、圧延材を300～900の温度範囲で加熱する熱処理工程とを有するCr - Cu合金の製造方法である。

【0022】

これらの溶浸体は、300～1050の温度範囲で加熱した後、冷間圧延を行なうことが好ましい。

なお本発明のCr - Cu合金は、偏平なCr相と、わずかにCrを含有するCu相（すなわちCuマトリックス）とからなる、いわゆるCr - Cu複合材料である。

【発明の効果】

【0023】

本発明によれば、面内の方向の熱膨張率が小さく、かつ熱伝導率が大きく、さらに高温に加熱する接合の後も低い熱膨張率を保持し、しかも加工性に優れたCr - Cu合金を製造でき、さらに、そのCr - Cu合金を用いた半導体用放熱板と半導体用放熱部品を製造できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

まず、本発明におけるCr含有量の限定理由を説明する。

Crは、本発明のCr - Cu合金において、熱膨張率の低減を達成するための重要な元素であ

10

20

30

40

50

る。Cr含有量が30質量%以下では、放熱用材料（すなわち半導体用放熱板，半導体用放熱部品）に要求される低熱膨張率（約 $14 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ 以下）が得られない。一方、80質量%を超えると、熱伝導率が低下し、放熱用材料として十分な放熱効果が得られない。したがって、Crは30質量%を超え80質量%以下とする。好ましくは40質量%以上70質量%以下である。なお、より好ましくは45質量%以上65質量%以下であり、50質量%を超え65質量%以下が一層好ましい。

【0025】

本発明の特徴は、Crの原料をCr粉末として粉末冶金法を適用する点にある。粉末冶金法の採用によって、Cr粉末を用い、これを単独で、あるいはCu粉末と混合して焼結した焼結体に必要に応じてCuを溶浸させることによって、30質量%を超えるCrを均一に分布させたCr - Cu合金の製造が可能になった。

10

使用するCr粉末は、純度99質量%以上、JIS規格Z2510:2004に準拠して篩分けした粒度10~250 $\mu\text{m}$ （JIS規格Z8801-1:2006に規定される公称目開き寸法）が好ましい。ただし、粒度が大きくなると、粉末を均一に充填することが困難になるほか、圧延後に板厚方向で十分な熱伝導率が得られ難いという傾向がある。また、粒度が小さくなるとCr粉末の表面積が増大して酸化し易くなり、焼結体（多孔質体）にCuを溶浸することが困難になる上、酸素含有量が増加して、後述するように加工性にも悪影響を及ぼす傾向がある。したがって、より好ましい粒度は30~250 $\mu\text{m}$ であり、50~200 $\mu\text{m}$ が一層好ましい。

【0026】

また、Cr粉末中の不純物は、溶浸体の加工性向上の観点から、可能な限り低減することが好ましい。特にO，N，Cは多大な影響を及ぼし、大きい加工を施す場合には、O含有量を0.15質量%以下，N含有量を0.1質量%以下，C含有量を0.1質量%以下とすることが好ましい。より好ましくは、O含有量：0.08質量%以下，N含有量：0.03質量%以下，C含有量：0.03質量%以下である。

20

【0027】

Cu粉末は、工業的に生産される電解銅粉，アトマイズ銅粉等を使用することが好ましい。

Cr粉末を焼結して得た多孔質体に溶浸させるCuは、工業的に製造されるタフピッチ銅，りん脱酸銅，無酸素銅等の金属Cu板、あるいは電解銅粉，アトマイズ銅粉等のCu粉末を使用するのが好ましい。なお、混合粉を用い、さらに十分な加圧を行ない、Cuを溶浸する必要がないものについては、実際には多孔質体ではない。すなわち本発明において、多孔質体とは溶浸技術の分野における通常の用法に従い、溶浸が可能な程度の気孔を有する物体を指す。好ましい気孔率としては、水銀圧下法（JIS R1655：2003）で得られる値で15~65体積%程度である。

30

【0028】

本発明では、偏平したCr相の平均アスペクト比が1.0を超え100未満である。平均アスペクト比が1.0以下では、面内の方向の熱膨張率の低減効果が得られない。一方、100以上とするには圧延回数が多く、負担が大きくなる上、放熱用材料に要求される良好な薄板形状とすることが困難となる。

Cr相のアスペクト比は、Cr - Cu合金の厚み方向を含む断面のうち、偏平したCr相の長径が最大となる方向を含む断面、さらに具体的には溶浸体を冷間圧延した後の断面（圧延方向および圧下方向を含む断面）を光学顕微鏡で観察して求められ、下記の(2)式で算出される値である。そして、50~100倍の光学顕微鏡で観察した任意の1視野の平均値を求める。なお、観察した視野に全体が入っているCr相について測定する。また複数のCr相が合体して形成されているように見えるものは、複数のCr相に分解し、分解した各Cr相のアスペクト比を求める。

40

【0029】

$$\text{アスペクト比} = L_1 / L_2 \quad \dots (2)$$

なお(2)式において、 $L_1$ は、Cr - Cu合金の厚み方向を含む断面のうち、偏平したCr相の長径が最大となる方向を含む断面において長径が最大となる方向の最大長さを指し、 $L_2$

50

は、Cr - Cu合金の厚み方向を含む断面のうち、偏平したCr相の長径が最大となる方向を含む断面において厚み方向の最大長さを指す。冷間圧延を施して得られるCr - Cu合金の場合には、上記の偏平したCr相の長径が最大となる方向は圧延方向である。また、2方向への圧延を行なう場合には、2方向のうち偏平したCr相の長径が最大となる圧延方向である。

【0030】

本発明では、溶浸体のまま、あるいは溶浸後に均質化時効熱処理を施した後、容易に冷間圧延が可能である。さらに必要に応じて軟質化時効熱処理を施す。これらの熱処理や冷間圧延によって、熱膨張率を低減することができる。ただし、その効果を得るためには、冷間圧延にて総圧下率（すなわち $100 \times (t_0 - t) / t_0$ ； $t_0$ は初期の板厚、 $t$ は圧延後の板厚）が10%以上の圧下を付与することによって、1.0を超える平均アスペクト比を有するCr相を生成させることが必要である。

10

【0031】

原料としてはアスペクト比が1.0~2.0のCr粉末を使用することが好ましい。より好ましくは1.0~1.5であり、さらに好ましくは1.0~1.2である。ここでいうCr粉末のアスペクト比は、Cr粉末の個々のアスペクト比を平均した値であり、具体的にはたとえば紙面上にばらまいたCr粉末を上から観察し、個々の粒子の長径と短径の比を求めて算出した値であり、(2)式で定義されるアスペクト比とは異なる。

【0032】

発明者らが検討した結果、圧下率の増加（すなわち偏平Cr相のアスペクト比の増大）とともに、ハンダ付け接合の温度に比べて高温まで加熱した後も低い熱膨張率が安定して保たれるようになることが分かった。このため、特に800 を超える高温まで加熱される口ウ付け接合を行なう場合には、圧下率を大きく設定することが好ましい。高温に加熱した後の熱膨張率の安定性という観点から圧下率は30%以上が好ましく、より好ましい範囲は50%以上である。圧下率から予測できるCr相のアスペクト比は、圧下率が10%のときは1.1程度、圧下率30%のときが1.4、圧下率50%のときが2.0、圧下率が90%のときが10程度、圧下率が99%のときが100程度となる。

20

【0033】

ただし、圧延後の平均アスペクト比を実測すると、上記の値の通りにならないことも多く、しばしば予測値よりも大きい値となる。発明者らが多くの実験から実測される平均アスペクト比を求めたところ、圧下率80%の場合で20~24であった。この値は、上記に従う予測値（=5.0）より大きく、予測値の2乗（=25）より小さかった。そのため実際には、たとえば圧下率30%のときに1.4の2乗程度、圧下率50%のときに2.0の2乗程度の平均アスペクト比を上限とする範囲でばらつきを持つと考えられる。

30

【0034】

一方、99%を超える圧下を付与するためには、冷間圧延でのパス回数が顕著に増大し、冷間圧延に長時間を要するので、放熱用材料の生産効率が著しく低下する。したがって、99%以下の圧下を付与することが好ましい。ただし90%以上の圧下を付与すると溶浸体の端部に割れが生じ易くなり、歩留りの低下を招く。したがって、90%未満の圧下を付与することが一層好ましい。

【0035】

40

また、偏平したCr相の密度はCr - Cu合金の厚み方向の1mmあたり200個以下であることが好ましい。厚み方向に200個/mmを超えるCr相が存在すると、厚み方向の熱伝導率が著しく低下し、放熱部品としての十分な放熱性能が得られないという傾向があるからである。好ましくは100個/mm以下である。なお、合金の一様性の観点から10個/mm以上とすることが一層好ましい。

【0036】

なお本発明のCr - Cu溶浸体において、冷間圧延ができるほどに加工性が改善した理由は、現在までのところ明らかではないが、最適な焼結、溶浸条件を選択することによって溶浸体中のガス成分が低減したこと等が原因であると考えられる。

50

また発明者らは、溶浸体のO, N, Cの含有量を低減すれば、冷間での加工性が著しく向上するという知見を得た。すなわち、溶浸体中のO含有量を0.08質量%以下, N含有量を0.05質量%以下, C含有量を0.05質量%以下とすることによって、30%以上の圧下を加えたときのCr - Cu溶浸体の割れが大幅に減少することを見出した。さらに、溶浸体中のO含有量を0.03質量%以下, N含有量を0.02質量%以下, C含有量を0.01質量%以下とすることによって、60%以上の圧下を加えたときのCr - Cu溶浸体の割れを抑制できることを見出した。

【0037】

ここで、O, N, Cの含有量とCr - Cu溶浸体の割れとの関係について説明する。発明者らは、Cr粉末を自然充填し、真空中あるいは水素雰囲気中で焼結して、気孔率45体積% (Cuを溶浸した後のCr含有量に換算すると50質量%に相当する) となる焼結体(70×70×10mm)を作製した。焼結温度は1200~1500とした。得られた焼結体の上面にCu板を載置し、真空中で1200に加熱してCuを溶解し、焼結体に溶浸させて溶浸体を得た。

10

【0038】

また、Cr粉末とCu粉末を混合した後で加圧成形した成形体の上面にCu板を載置し、真空中で1200に加熱してCuを溶解し、焼結と溶浸を同時に行ない、溶浸体を得た。

これらの溶浸体に均質化時効熱処理(加熱温度600, 保持時間1時間)を施した。次いでフライス盤を用いて、このCr - Cu合金の表面に残留するCuを除去して厚さ9mmのCr - Cu合金板とした。得られたCr - Cu合金板の冷間圧延を行なって、厚さ5mmあるいは2.5mmまで圧下した。圧下率は、それぞれ44%, 72%に相当する。冷間圧延の後でCr - Cu合金板の表面を目視で観察して、割れの有無を調査した。その結果を表1に示す。

20

【0039】

【表1】

	Cr粉末中の含有量 (質量%)			溶浸体中の含有量 (質量%)			圧下率 (%)	割れの有無	備考
	O	N	C	O	N	C			
a	0.1	0.05	0.05	0.04	0.02	0.005	44	割れなし	単独粉
b	0.1	0.05	0.05	0.06	0.04	0.02	44	割れなし	混合粉
c	0.07	0.02	0.01	0.01	0.008	0.002	72	割れなし	単独粉
d	0.07	0.02	0.01	0.02	0.015	0.008	72	割れなし	混合粉
e	0.2	0.05	0.15	0.09	0.04	0.06	44	耳割れあり	単独粉
f	0.1	0.15	0.05	0.04	0.08	0.005	44	耳割れあり	混合粉

30

表1から明らかなように、O, N, Cの含有量を低減すればCr - Cu溶浸体の割れを抑制できることが判明した。なお、不可避的不純物は通常の範囲(たとえば合計で約1質量%以下)で問題ない。主な不可避的不純物としては、たとえば0.03質量%以下のS, 0.02質量%のP, 0.3質量%以下のFeを含んでも問題ない。

【0040】

さらに、Crの焼結体(すなわち多孔質体)にCuを溶浸させると、CrがCu中に0.1~2.0質量%固溶する。そのCuマトリックスに固溶したCrを、均質化時効熱処理および/または軟質化時効熱処理によってCu中に長径100nm(ナノメートル)以下、アスペクト比10未満の粒子状Cr相を析出させることができる。この粒子状Cr相の析出が熱膨張率を低減させ、さらに冷間圧延を行なって粒子状Cr相に方向性を付与することによって、板の面内の方向の熱膨張率を一層低減することが可能となる。

40

【0041】

なお、より低い熱膨張率が必要な場合など、Crの一部または全てをMoおよび/またはWに置き換えることも可能である。

次に、本発明のCr - Cu合金の製造方法について説明する。

本発明のCr - Cu合金の製造方法は、

(a)Cr粉末を焼結して多孔質体とした後でCuを溶浸することによって、Cu中に多量のCrを均一に分布させた溶浸体を得る、あるいは、Cr粉末とCu粉末を混合して焼結し、これに必

50

要に応じてCuを溶浸して溶浸体を得る、

(b)溶浸体を必要に応じて均質化時効熱処理し、さらに冷間圧延し、さらに必要に応じて軟質化時効熱処理することによって、溶浸体のままの状態に比べて熱膨張率を低減させるという点に特徴がある。

【0042】

Cr - Cu合金を製造するにあたって、原料となるCr粉末を単独で、あるいはCu粉末と混合した後、型に充填して必要に応じて加圧成形し、その充填まま材または成形体を焼結して得られた焼結体に必要に応じてCuを溶浸させる。

加圧成形を行なう成形工程では、使用する原料の充填性や密度の目標値に応じて圧力を調整しながら成形する。Cr粉末を単独で使用する場合は、その後のCuの溶浸工程は不可欠である。Cr粉末とCu粉末を混合して使用する場合は、溶浸工程を省略してもかまわない。また焼結と溶浸を同時に行なうことも可能である。

【0043】

焼結の条件は、1000～1600 の範囲内（望ましくは1050～1450 の範囲内）の温度で30～300分保持することが好ましい。雰囲気は水素雰囲気または真空が好ましい。

溶浸は従来から知られている技術を使用する。たとえば多孔質体の上面および/または下面に純Cuの板や粉末を配置させ、1100～1300 の範囲内（望ましくは1150～1250 の範囲内）の温度で20～120分保持する。雰囲気は水素雰囲気または真空が好ましい。ただし、溶浸した後の加工性向上の観点から真空中で溶浸するのが好ましい。

【0044】

なお本発明者らの研究によれば、CrとCuの混合粉を用い、焼結と同時に溶浸した後の冷却速度、あるいはCr粉末を焼結した多孔質体、またはCrとCuの混合粉を焼結した焼結体にCuを溶浸した後の冷却速度は、溶浸体の熱膨張率に影響を及ぼすことが判明した。具体的には、冷却速度が600 /分以下であることが、より大きな熱膨張率の低減を達成できるので好ましい。現状では、冷却速度に応じて熱膨張率が変化する原因は明らかではないが、焼結中あるいは溶浸中にCuマトリックスに固溶したCrが熱処理によって析出する際に、冷却速度に応じて形態が変化するためと考えられる。

【0045】

溶浸体に冷間圧延を行なう前に、必要に応じて均質化時効熱処理を施す。その温度は300～1050 の範囲内が好ましい。均質化時効熱処理の温度が300 未満では、均質化や時効の効果を得られない。一方、1050 を超えると、溶浸したCuが溶解して流れ出す恐れがある。保持時間は30分以上が好ましい。雰囲気は真空が好ましい。

溶浸した後、あるいはさらに均質化時効熱処理を施した後で、溶浸体の酸化層や表面に残留する純Cuを除去するために、Cr - Cu合金に機械加工（たとえばフライス盤による切削加工、砥石による研削加工等）を行なうことが好ましい。その後、冷間圧延を行なう。冷間で圧下を付与することによって、熱膨張率を低減できる。特に10～90%という圧下率が比較的小さい通常の圧下であっても熱膨張率を低減できる。

【0046】

冷間圧延を行なった後、必要に応じて軟質化時効熱処理を施す。その温度は300～900 の範囲内が好ましい。300 未満では、軟質化の効果を得られない。一方、900 を超えると、溶浸したCuが溶解して流れ出す恐れがある。保持時間は30分以上が好ましい。雰囲気は真空が好ましい。

溶浸体に冷間圧延を行なうことに加え、さらに均質化時効熱処理、軟質化時効熱処理を組み合わせることによって熱膨張率が低減する原因は、現状では明らかではないが、焼結工程あるいは溶浸工程においてCuマトリックスに固溶したCrが熱処理によって析出し、圧延によってその析出物が有利な方向に配向するためと考えられる。この効果を得るためには上記の通り10%以上の圧下を付与することが必要である。

【0047】

なお、たとえば高い強度や剛性が必要な部材として用いる場合には、冷間圧延後の軟質化時効熱処理を省略することも可能である。また、たとえば高温の口ウ付け接合により組

10

20

30

40

50

立てを行なう場合には、接合時の加熱により、冷間圧延後の熱処理と同様の効果を得ることができる。

なお、冷間圧延の代わりに、スウェーピング加工、ダイス引き抜き、鍛造等の冷間加工を行なっても良い。

#### 【0048】

また冷間圧延材の面内異方性を減ずるためには、垂直な2方向への圧延（いわゆるクロス圧延）を行なうことも有効であると考えられる。

本発明によるCr - Cu放熱板は、冷延ままの状態、あるいはさらに軟質化時効熱処理を施した状態で使用することができる。また必要に応じて半導体の台座としての使用を想定した耐食性および電食に対する性能を向上させる目的で、表面にさらにNiめっき、Auめっき、Agめっき等を単独で、あるいは組み合わせて施すこともできる。各種のめっきを施すことで、各種のはんだ接合やろう付け接合の適用が可能になる。粉末冶金法に圧延法を組み合わせた本発明材では、低い熱膨張率が800 を超える高温に曝された後も保持されるので、接合温度が750 以上と高くなるろう付け接合を行なう用途に対し、本発明材は非常に有利に適用できる。

#### 【実施例】

#### 【0049】

##### <実施例1>

Cr粉末（粒度：50～200 $\mu$ m，O：0.04～0.15質量％，N：0.01～0.08質量％，C：0.01～0.08質量％）を自然充填あるいは加圧成形し、真空中あるいは水素雰囲気中で焼結して、気孔率25～55体積％（Cuを溶浸した後のCr含有量に換算すると70～40質量％に相当する）となる焼結体（70mm×70mm×10mm）を作製した。焼結温度は1200～1500、焼結時間は90分とした。得られた焼結体の上面にCu板を載置し、真空中で1200 に加熱（保持時間：1.5時間）してCuを溶解し、焼結体に溶浸させて溶浸体（O：0.01～0.07質量％，N：0.004～0.04質量％，C：0.004～0.04質量％）を得た。溶浸した後の平均冷却速度は1200～200 の温度領域にて200～600 /時間とした。

#### 【0050】

また、Cr粉末（粒度：50～200 $\mu$ m）とCu粉末を混合した後で加圧成形した成形体の上面にCu板を載置し、真空中で1200 に加熱（保持時間：1時間）してCuを溶解し、焼結と溶浸を同時に行ない、溶浸体（O：0.01～0.08質量％，N：0.004～0.05質量％，C：0.004～0.05質量％）を得た。

これらの溶浸体の一部には均質化時効熱処理（加熱温度：500～650，保持時間：1時間，雰囲気：真空）を施した。

#### 【0051】

次いでフライス盤を用いて、このCr - Cu合金の表面に残留するCuを除去して厚さ9mmのCr - Cu合金板とした。このCr - Cu合金板の冷間圧延を行なって、厚さ2.5mmまで圧下（圧下率：72％）した。圧下率から見積もられるCr相のアスペクト比は約3.6～13の範囲である。

これらのCr - Cu合金板に、熱膨張率を調整するための軟質化時効熱処理（加熱温度：450～800，保持時間：1時間，雰囲気：真空）を施した。

#### 【0052】

さらに、室温～200 の範囲の平均熱膨張率（圧延方向）を測定した。その結果を表2に示す。

#### 【0053】

10

20

30

40

【表 2】

発明例	原料	焼結条件	Cr含有量 (質量%)	熱処理		偏平Cr相			熱膨張率 ×10 <sup>-6</sup> (K <sup>-1</sup> )*
				均質化	軟質化	アスペクト比 見稱値	アスペクト比 実測値	密度 (個/mm)	
A	Cr粉末	1300°C, 1.5hr	50	600°C, 1hr	-	3.6~13	11	32	10.7
B						3.6~13	12	30	9.5
C						3.6~13	10	31	10.5
D						3.6~13	11	35	10.2
E						3.6~13	11	28	9.0
F						3.6~13	10	30	9.9
G						3.6~13	9	29	10.0
H						3.6~13	10	25	10.0
I						3.6~13	11	31	9.9
J	Cr粉末+Cu粉末	1200°C, 1hr	50	-	3.6~13	12	29	9.7	
K					3.6~13	11	30	10.5	
L					3.6~13	11	34	10.8	
M					3.6~13	12	27	10.5	
N					3.6~13	10	28	10.9	
O					3.6~13	9	26	9.5	
P					3.6~13	11	31	10.4	
Q					3.6~13	10	32	10.4	
R					3.6~13	7	23	10.5	
S	Cr粉末	1300°C, 1.5hr	40	650°C, 1hr	600°C, 1hr	3.6~13	7	42	8.5
T				500°C, 1hr	700°C, 1hr	3.6~13	13	10	11.5
U				冷間圧延なし, 600°C 1hr 熱処理	冷間圧延なし, 熱処理なし	1.0	1.0	< 10	13.0
V				冷間圧延なし, 450°C 1hr 熱処理	冷間圧延なし, 熱処理なし	1.0	1.1	< 10	12.3
W	Cr粉末+Cu粉末	1200°C, 1hr	70	冷間圧延なし, 620°C 1hr 熱処理	冷間圧延なし, 熱処理なし	1.0	1.1	< 10	10.2
				冷間圧延なし, 620°C 1hr 熱処理	冷間圧延なし, 熱処理なし	1.0	1.4	< 10	10.2

\* 熱膨張率は室温~200°Cの平均値

10

20

30

冷間圧延を行なわない溶浸のままのもの（T~W：溶浸体断面でのCr相の予測される平均アスペクト比1.0：計算値）でも、熱処理によってCuマトリックス中に微細なCrが析出することで、Germanらの複合則から予想されるよりも小さい熱膨張率が得られる。本発明の方法で製造した同一組成材では、T~Wよりも熱膨張率がさらに低い値となっており、放熱用材料として優れた特性を有している。つまり、既知の技術（たとえば溶解鑄造法等）では熱膨張率を小さくするためにCr含有量を増加しなければならず、必然的に熱伝導率の低下を招くことになるが、本発明によれば低い熱膨張率と高い熱伝導率を同時に達成することが可能である。

【0054】

なおA~Qの発明例およびT, Uについてレーザーフラッシュ法にて熱伝導率を測定した。レーザーフラッシュ法を採用するにあたって、A~QおよびT, Uと同一成分のCr-

40

50

Cu合金板を作製した。そのCr - Cu合金板の圧延前の厚さを変更することにより、A ~ Qの発明例と同じ圧下率の冷間圧延を行なうことによって2mm厚または0.8mm厚になるように調整した。T, Uは冷間圧延せず、最終板厚まで切削加工および研削加工によって減厚した。このようにしてA ~ Q, T, Uと同一履歴となるようにして得られた2mm厚のCr - Cu合金板から試験片を採取して、その厚さ方向の熱伝導率をレーザーフラッシュ法で測定し、0.8mm厚のCr - Cu合金板から試験片を採取して、その面内の方向の熱伝導率をレーザーフラッシュによる2次元法で測定した。その結果、A ~ Qの厚み方向の熱伝導率は約150 W / m · K, 面内の方向の熱伝導率は約200 W / m · Kであり、いずれの方向も良好な熱伝導率を有することを確認した。

【0055】

10

Tでは面内方向, 厚み方向ともに熱伝導率は180 W / m · Kであった。熱処理を施していないUでは、面内方向, 厚み方向とも熱伝導率は140 W / m · Kであった。

なお、走査型電子顕微鏡(いわゆるSEM)を用いて調査を行ない、A ~ WのうちのUを除く全合金では、長径が100nm以下で、アスペクト比が10未満の粒子状Cr相がCu相中に25 ~ 100個 /  $\mu\text{m}^2$  の割合で析出していることを確認した。

【0056】

これらとは別に、半導体用放熱体として、半導体素子にハンダ付けして、接合の状況を調査した。発明例Oの溶浸体を5mm厚まで減厚加工した後、冷間圧延を行ない作製したCr - Cu合金板(厚さ0.8mm)を10mm × 5mm × 0.8mmの大きさにプレス加工し、さらに3 $\mu\text{m}$ の厚さに電解ニッケルめっきを施した後、Auめっき2 $\mu\text{m}$ を施した。また、メタライズし、Ni + Auめっき処理した面を有する5mm × 3mm × 1mmの大きさのアルミナ板を準備し、Cr - Cu合金板とアルミナ板をハンダ付け(使用したハンダ: Sn - 3質量%Ag - 0.5質量%Cu)した。その結果、接合部分に問題は認められなかった。

20

【0057】

これによって各種業務無線機, アマチュア無線機をはじめ、GSM/AMP方式自動車電話, 広帯域無線インターネット接続モジュール等に用いられるシリコン半導体、GaAs半導体による高周波デバイス用台座, ベース, プレート用あるいは高輝度LED用台座に用いることが可能であることが確かめられた。

次に、発明例EのCr - Cu合金板(厚さ2.5mm)を50mm × 100mm × 2.5mmの大きさに加工し、厚さ5 $\mu\text{m}$ のNiめっきを施した。このCr - Cu合金板にDBA基板と半導体素子を、到達温度が245となるリフロー処理によってハンダ付け(使用したハンダ: Sn - 3質量%Ag - 0.5質量%Cu)した。

30

【0058】

この電子部品冷却体の熱衝撃試験(加熱温度: -40, 120, 保持時間: 5分)を行なった。熱衝撃試験はWINTEC LT20型液槽式熱衝撃試験器(楠本化成製)を使用した。試験が終了した後、超音波探傷によってクラックの有無を調査した。

発明例の電子部品冷却体は、3000サイクル終了後、接合界面における剥離やクラックは認められなかった。

【0059】

これによってインバーター等のパワーデバイス半導体の放熱板として使用できることが確かめられた。

40

<実施例2>

実施例1と同じCr粉末を自然充填し、真空中で焼結し、気孔率50体積%(Cuを溶浸した後のCr含有量に換算すると45質量%に相当する)となる焼結体(70 × 70 × 10mm)を作製した。焼結温度は1200 ~ 1500とした。得られた焼結体の上面にCu板を載置し、真空中で1200に加熱してCuを溶解し、焼結体に溶浸させて溶浸体を得た。溶浸後の1200 ~ 200の温度領域における平均冷却速度は200 ~ 600 / 時間とした。この溶浸体をNo. 1 ~ 5の5個に分け、その一部に均質化時効熱処理(加熱温度600, 保持時間1時間, 雰囲気真空)を施した。

【0060】

50

次いでフライス盤を用いて、このCr - Cu合金の表面に残留するCuを除去して厚さ1.6 ~ 6 mmのCr - Cu合金板とした。一部にはさらに冷間圧延を行なって、厚さ1.6mmまで圧下した。その後、実施例1と同様に室温 ~ 200 の範囲で平均熱膨張率（圧延方向）を測定した。各サンプルの処理条件を表3に示す。

【0061】

【表3】

	No	均質化時効熱処理	切削後の厚み (mm)	冷間圧延	圧下率 (%)	熱膨張率 $\times 10^6 (K^{-1})$
発明例	1	有り	6	有り	73	9.7
	2	なし	6	有り	73	10.1
	3	有り	3.2	有り	50	9.8
	4	なし	3.2	有り	50	10.3
比較例	5	なし	1.6	なし	-	12.5

10

表3から明らかのように、均質化時効熱処理を施さずとも、50%（No.4）あるいは73%（No.2）の冷間圧延によって、圧延を施さない合金（No.5）に比べて熱膨張率が18~19%改善（すなわち低減）された。さらに均質化時効熱処理を施すと、改善量は約22%にも達した。

【0062】

なお、冷間圧延の後で圧延方向（No.5は合金板長手方向）の断面のサンプルを採取し、光学顕微鏡で観察するとともに、偏平したCr相のアスペクト比および厚み方向の個数を調査した。光学顕微鏡による観察面の一例を図1に示す（No.1：厚み方向1/2部，エッチング処理なし）。Cu相1中に偏平したCr相2が存在すること分かる。粒子状Cr相は光学顕微鏡では判別できない。図1中の黒点は、残留した研磨材である。

20

【0063】

実測されたアスペクト比は、No.1およびNo.2が約10，No.3およびNo.4が約3.5，No.5が約1.0であった。圧下率50%および73%で予想されるアスペクト比は2.0~4.0および3.7~13.7であるから、実測のアスペクト比は見積りの範囲内であった。偏平したCr相の厚み方向の個数は、No.1およびNo.2が約30個/mm，No.3およびNo.4が約20個/mmであった。

30

【0064】

次に、走査型電子顕微鏡を用いた上記の調査法によって、No.1およびNo.3のみに、長径が100nm以下でアスペクト比が10未満（平均で約5）の粒子状の微細Cr相が、Cu相中に約30~50個/ $\mu m^2$ の割合で析出していることを確認した。

以上の実施例1，2で説明した通り、本発明のCr - Cu合金は、低熱膨張率と高熱伝導率を併せ持ち、半導体用放熱板や半導体用放熱部品に好適な材料である。

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】冷間圧延を行なった後のCr - Cu合金板の断面図である。

【符号の説明】

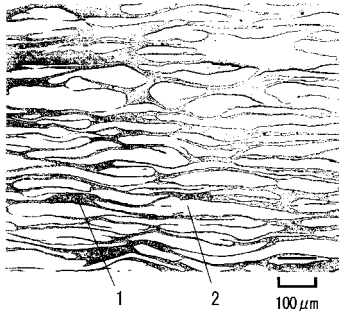
40

【0066】

1 Cu相

2 Cr相

【 図 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>B 2 2 F</b>	<b>3/26</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 F	1/11	
C 2 2 F	1/00	(2006.01)	B 2 2 F	3/26	C
			C 2 2 F	1/00	6 2 8
			C 2 2 F	1/00	6 5 0 E
			C 2 2 F	1/00	6 5 0 F
			C 2 2 F	1/00	6 8 2
			C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 C
			C 2 2 F	1/00	6 9 4 A
			C 2 2 F	1/00	6 8 7

(72)発明者 小日置 英明  
 東京都千代田区内幸町二丁目2番3号 J F E スチール株式会社内

審査官 河野 一夫

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

C 2 2 C	1 / 0 0	-	4 9 / 1 4
C 2 2 F	1 / 0 0	-	3 / 0 2
B 2 2 F	3 / 2 6		