

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3734372号

(P3734372)

(45) 発行日 平成18年1月11日(2006. 1. 11)

(24) 登録日 平成17年10月28日(2005. 10. 28)

(51) Int. Cl.	F I
C 2 2 C 9/04 (2006. 01)	C 2 2 C 9/04
C 2 2 F 1/08 (2006. 01)	C 2 2 F 1/08 K
C 2 2 F 1/00 (2006. 01)	C 2 2 F 1/00 6 3 0 J
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 B
	C 2 2 F 1/00 6 9 1 C
請求項の数 13 (全 89 頁)	

(21) 出願番号	特願平10-288590	(73) 特許権者	390031587
(22) 出願日	平成10年10月12日(1998. 10. 12)		三宝伸銅工業株式会社
(65) 公開番号	特開2000-119775(P2000-119775A)		大阪府堺市三宝町8丁374番地
(43) 公開日	平成12年4月25日(2000. 4. 25)	(74) 代理人	100082474
審査請求日	平成11年11月22日(1999. 11. 22)		弁理士 杉本 丈夫
審査番号	不服2002-11750(P2002-11750/J1)	(72) 発明者	大石 恵一郎
審査請求日	平成14年6月27日(2002. 6. 27)		大阪府堺市三宝町8丁374番地 三宝伸銅工業株式会社内
		合議体	
		審判長	沼沢 幸雄
		審判官	綿谷 晶廣
		審判官	平塚 義三
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 無鉛快削性銅合金

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

銅 6 9 ~ 7 9 重量% 及び珪素 2. 3 ~ 4. 0 重量% を含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項 2】

銅 6 9 ~ 7 9 重量% と、珪素 2. 3 ~ 4. 0 重量% と、ビスマス 0. 0 2 ~ 0. 4 重量%、テルル 0. 0 2 ~ 0. 4 重量% 及びセレン 0. 0 2 ~ 0. 4 重量% から選択された 1 種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項 3】

銅 7 0 ~ 8 0 重量% と、珪素 2. 3 ~ 3. 5 重量% と、錫 0. 3 ~ 3. 5 重量%、アルミニウム 1. 0 ~ 3. 5 重量% 及び燐 0. 0 2 ~ 0. 2 5 重量% から選択された 1 種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項 4】

銅 7 0 ~ 8 0 重量% と、珪素 2. 2 ~ 3. 5 重量% と、錫 0. 3 ~ 3. 5 重量%、アルミニウム 1. 0 ~ 3. 5 重量% 及び燐 0. 0 2 ~ 0. 2 5 重量% から選択された 1 種以上の元素と、ビスマス 0. 0 2 ~ 0. 4 重量%、テルル 0. 0 2 ~ 0. 4 重量% 及びセレン 0. 0 2 ~ 0. 4 重量% から選択された 1 種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛から

なる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項5】

銅69～79重量%と、珪素2.2～4.0重量%と、錫0.3～3.5重量%、磷0.02～0.25重量%、アンチモン0.02～0.15重量%及び砒素0.02～0.15重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項6】

銅69～79重量%と、珪素2.2～4.0重量%と、錫0.3～3.5重量%、磷0.02～0.25重量%、アンチモン0.02～0.15重量%及び砒素0.02～0.15重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

10

【請求項7】

銅62～78重量%と、珪素2.5～4.5重量%と、錫0.3～3.0重量%、アルミニウム0.2～2.5重量%及び磷0.02～0.25重量%から選択された1種以上の元素と、マンガン0.7～3.5重量%及びニッケル0.7～3.5重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

20

【請求項8】

銅62～78重量%と、珪素2.5～4.5重量%と、錫0.3～3.5重量%、アルミニウム0.2～2.5重量%及び磷0.02～0.25重量%から選択された1種以上の元素と、マンガン0.7～3.5重量%及びニッケル0.7～3.5重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項9】

銅69～79重量%と、珪素2.3～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%及び磷0.02～0.25重量%を含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

30

【請求項10】

銅69～79重量%と、珪素2.2～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%と、磷0.02～0.25重量%と、クロム0.02～0.4重量%及びチタン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

40

【請求項11】

銅69～79重量%と、珪素2.4～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%と、磷0.02～0.25重量%と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項12】

銅69～79重量%と、珪素2.5～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%と、磷0.02～0.25重量%と、クロム0.02～0.4重量%及びチタン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02～0.4重量%

50

、テルル 0.02～0.4 重量% 及びセレン 0.02～0.4 重量% から選択された 1 種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする無鉛快削性銅合金。

【請求項 13】

400～600℃で30分～5時間熱処理して、 γ 相を微細に分散析出させたことを特徴とする、請求項 1、請求項 2、請求項 3、請求項 4、請求項 5、請求項 6、請求項 7、請求項 8、請求項 9、請求項 10、請求項 11 又は請求項 12 に記載する無鉛快削性銅合金。

【発明の詳細な説明】

【0001】

10

【発明の属する技術分野】

本発明は、鉛成分を含有しない快削性銅合金に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

被削性に優れた銅合金として、一般に、JIS H5111 BC6 等の青銅系合金や JIS H3250-C3604, C3771 等の黄銅系合金が知られている。これらは 1.0～6.0 重量% 程度の鉛を含有することによって被削性を向上させたものであり、工業的に満足しうる被削性を確保したものである。

【0003】

鉛を含有する銅合金は、上記した如く被削性に優れるものであることから、従来からも種々の製品（例えば、上水道用配管の水栓金具、給排水金具、バルブ等）の構成材として重宝されている。しかし、鉛が人体や環境に悪影響を及ぼす有害物質であるところから、近時においては、その用途が大幅に制限される傾向にある。例えば、合金の溶解、鑄造等の高温作業時に発生する金属蒸気には鉛成分が含まれることになり、或いは飲料水等との接触により水栓金具や弁等から鉛成分が溶出する虞れがあり、人体や環境衛生上問題がある。

20

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、近時、米国等の先進国においては銅合金における鉛含有量を大幅に制限する傾向にあり、わが国においても鉛含有量を可及的に低減した快削性銅合金の開発が強く要請されている。

30

【0005】

本発明は、かかる世界的な傾向及び要請に応えるべくなされたもので、鉛を含有することなく、工業的に満足しうる被削性を有する無鉛快削性銅合金を提供することを目的とするものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記の目的を達成すべく、次のような無鉛快削性銅合金を提案する。

【0007】

すなわち、請求項 1 の発明においては、被削性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅 69～79 重量% 及び珪素 2.3～4.0 重量% を含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第 1 発明合金」という）を提案する。

40

【0008】

鉛はマトリックスに固溶せず、粒状をなして分散することによって、被削性を向上させるものである。一方、珪素は金属組織中に γ 相（場合によっては κ 相）を出現させること、即ち γ 相及び κ 層の少なくとも一方（以下、 γ 相等と云う）を出現させることにより、被削性を改善するものである。

このように、両者（鉛と珪素）は合金特性における機能を全く異にするものであるが、被削性を改善させる点では共通する。かかる点に着目して、第 1 発明合金にあっては、鉛

50

に代えて珪素を添加することにより、工業的に満足しうる被削性を確保せんとする。すなわち、第1発明合金は、珪素の添加によるγ相等の形成により被削性を改善したものである。

【0009】

而して、珪素の添加量が2.0重量%未満では、工業的に満足しうる被削性を確保するに十分なγ相等の形成が行われないので、2.0重量%以上、好ましくは2.3重量%以上の添加量とするのが望ましい。また、被削性は珪素添加量の増大に伴って向上するが、4.0重量%を超えて添加しても、その添加量に見合う被削性改善効果はない。ところで、珪素は融点が高く比重が小さいため又酸化し易いため、合金熔融時に珪素単体で炉内に装入すると、当該珪素が湯面に浮くと共に、熔融時に酸化されて珪素酸化物ないし酸化珪素となり、珪素含有銅合金の製造が困難となる。したがって、珪素含有銅合金の鑄塊製造にあつては、通常、珪素添加をCu-Si合金とした上で行うことになり、製造コストが高くなる。このような合金製造コストを考慮した場合にも、被削性改善効果が飽和状態となる量(4.0重量%)を超えて珪素を添加することは好ましくない。また、実験によれば、珪素を2.0~4.0重量%添加したときにおいて、Cu-Zn系合金本来の特性を維持するためには、亜鉛含有量との関係をも考慮した場合、銅含有量は69~79重量%の範囲としておくことが好ましいことが判明した。このような理由から、第1発明合金にあつては、銅及び珪素の含有量を夫々69~79重量%及び2.3~4.0重量%とした。なお、珪素の添加により、被削性が改善される他、鑄造時の湯流れ性、強度、耐摩耗性、耐応力腐蝕割れ性、耐高温酸化性も改善される。また、延性、耐脱亜鉛腐蝕性も或る程度改善される。

10

20

【0010】

また、請求項2の発明においては、同じく被削性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅69~79重量%と、珪素2.3~4.0重量%と、ビスマス0.02~0.4重量%、テルル0.02~0.4重量%及びセレン0.02~0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金(以下「第2発明合金」という)を提案する。

【0011】

すなわち、第2発明合金は、第1発明合金にビスマス0.02~0.4重量%、テルル0.02~0.4重量%及びセレン0.02~0.4重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものである。

30

【0012】

ビスマス、テルル又はセレンは、鉛と同様に、マトリックスに固溶せず、粒状をなして分散することによって、被削性を向上させる機能を発揮するものであり、珪素と異なった機能により被削性を改善させるものである。したがって、これらを珪素と共添させると、珪素の添加による被削性改善限度を超えて被削性を更に向上させることが可能となる。第2発明合金では、かかる点に着目して、第1発明合金における被削性を更に改善すべく、ビスマス、テルル及びセレンのうちの少なくとも1つを添加させることとした。特に、珪素に加えてビスマス、テルル又はセレンを添加することにより、複雑な形状を高速で切削加工する場合にも、高度の被削性を発揮する。しかし、ビスマス、テルル又はセレンの添加による被削性向上効果は、各々の添加量が0.02重量%未満では発揮されない。一方、これらは銅に比して高価なものであるから、0.4重量%を超えて添加しても、被削性は僅かながらも添加量の増加に応じて向上するものの、経済的に添加量に見合う程の効果は認められない。また、添加量が0.4重量%を超えると、熱間での加工性(例えば、鍛造性等)が悪くなり、冷間での加工性(延性)も低下する。また、ビスマス等の重金属について仮に鉛同様の問題が生じる可能性があったとしても、0.4重量%以下の微量添加であれば、格別の問題を生じる虞れもないと考えられる。これらの点から、第2発明合金では、ビスマス、テルル又はセレンの添加量を0.02~0.4重量%とした。なお、ビスマス、テルル又はセレンは上記した如く珪素と異なる機能により被削性を向上させるもの

40

50

であるから、これらの添加により銅及び珪素の適正含有量は影響されない。したがって、銅及び珪素の含有量は第1発明合金と同一とした。

【0013】

また、請求項3の発明においては、同じく被削性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅70～80重量%と、珪素2.3～3.5重量%と、錫0.3～3.5重量%、アルミニウム1.0～3.5重量%及び燐0.02～0.25重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第3発明合金」という）を提案する。

【0014】

錫は、Cu-Zn系合金に添加した場合、珪素と同様に、γ相を形成して被削性を向上させるものである。例えば、錫は、58～70重量%のCuを含有するCu-Zn系合金において1.8～4.0重量%添加させることにより、珪素が添加されておらずとも、良好な被削性を示す。したがって、Cu-Si-Zn系合金に錫を添加させることにより、γ相の形成を促進させることができ、Cu-Si-Zn系合金の被削性を更に向上させることができる。錫によるγ相の形成は1.0重量%以上で行なわれ、3.5重量%に達すると飽和状態となる。なお、錫の添加量が3.5重量%を超えると、γ相の形成効果が飽和状態となるばかりでなく、却って延性が低下する。また、錫の添加量が1.0重量%未満ではγ相の形成効果が少ないものの、添加量が0.3重量%以上であれば、珪素により形成されるγ相を分散させて均一化させる効果があり、このようなγ相の分散効果によっても被削性が改善される。すなわち、錫の添加量が0.3重量%以上であれば、その添加により被削性が改善されることになる。

【0015】

また、アルミニウムも、錫と同様に、γ相形成を促進させる機能を有するものであり、錫と共に或いはこれに代えて添加することにより、Cu-Si-Zn系合金の被削性を更に向上させることができる。アルミニウムには、被削性の他、強度、耐摩耗性、耐高温酸化性を改善させる機能や合金比重を低下させる機能もあるが、被削性改善機能が発揮されるためには、少なくとも1.0重量%添加させる必要がある。しかし、3.5重量%を超えて添加しても、添加量に見合った被削性改善効果はみられないし、錫と同様に延性の低下を招来する。

【0016】

また、燐には、錫やアルミニウムのようなγ相の形成機能はないが、珪素の添加により又はこれと錫、アルミニウムの一方若しくは両方を共添させることにより生成したγ相を均一に分散して、γ相分布を良好なものとする機能があり、かかる機能によってγ相形成による被削性の更なる向上を図ることができる。また、燐の添加により、γ相の分散化と同時にマトリックスにおけるα相の結晶粒を微細化して、熱間加工性を向上させ、強度、耐応力腐蝕割れ性も向上させる。さらに、鑄造時の湯流れ性を著しく向上させる効果もある。このような燐添加による効果は0.02重量%未満の添加では発揮されない。一方、燐の添加量が0.25重量%を超えると、添加量に見合った被削性改善等の効果は得られないし、過剰添加により却って熱間鍛造性、押出性の低下を招来する。

【0017】

第3発明合金では、かかる点に着目して、Cu-Si-Zn系合金に、錫0.3～3.5重量%、アルミニウム1.0～3.5重量%及び燐0.02～0.25重量%のうち少なくとも1つを添加させることより、被削性の更なる向上を図っている。

【0018】

ところで、錫、アルミニウム又は燐は、上記した如くγ相の形成機能又はγ相の分散機能により被削性を改善させるものであり、γ相による被削性改善を図る上で、珪素と密接な関係を有するものである。したがって、珪素に錫、アルミニウム又は燐を共添させた第3発明合金では、第1発明合金の珪素に置き換えて被削性を向上させる機能が発揮され、γ相とは関係なく被削性を改善させる機能（マトリックスに粒状をなして分散することに

10

20

30

40

50

より被削性を向上させる機能)を発揮するビスマス、テルル又はセレンを添加した第2発明合金に比して、珪素の必要添加量が少なくなる。すなわち、珪素添加量が2.0重量%未満であっても、1.8重量%以上であれば、錫、アルミニウム又は燐の共添により、工業的に満足しうる被削性を得ることができる。しかし、より高い被削性を得る為には、珪素添加量を2.3重量%以上とするのが望ましく、また、珪素の添加量が4.0重量%以下であっても、3.5重量%を超えると、錫、アルミニウム又は燐を共添することにより、珪素添加による被削性改善効果は飽和状態となる。かかる点から、第3発明合金では、珪素の添加量を2.3~3.5重量%とした。また、かかる珪素の添加量との関係及び錫、アルミニウム又は燐を添加させることとの関係から、銅配合量の上下限値は第2発明合金より若干大きくして、その好ましい含有量を70~80重量%とした。

10

【0019】

また、請求項4の発明においては、同じく被削性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅70~80重量%と、珪素2.2~3.5重量%と、錫0.3~3.5重量%、アルミニウム1.0~3.5重量%及び燐0.02~0.25重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02~0.4重量%、テルル0.02~0.4重量%及びセレン0.02~0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金(以下「第4発明合金」という)を提案する。

【0020】

すなわち、第4発明合金は、第3発明合金に略近い銅合金にビスマス0.02~0.4重量%、テルル0.02~0.4重量%及びセレン0.02~0.4重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものであり、これらを添加させる理由及び添加量の決定理由は第2発明合金について述べたと同様である。

20

【0021】

また、請求項5の発明においては、被削性に加えて耐蝕性にも優れた無鉛快削性銅合金として、銅69~79重量%と、珪素2.2~4.0重量%と、錫0.3~3.5重量%、燐0.02~0.25重量%、アンチモン0.02~0.15重量%及び砒素0.02~0.15重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金(以下「第5発明合金」という)を提案する。

30

【0022】

すなわち、第5発明合金は、第1発明合金に略近い銅合金に錫0.3~3.5重量%、燐0.02~0.25重量%、アンチモン0.02~0.15重量%及び砒素0.02~0.15重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものである。

【0023】

錫には、被削性改善機能の他、耐蝕性(耐脱亜鉛腐蝕性、耐漬食性)及び鍛造性を向上させる機能がある。すなわち、α相マトリックスの耐蝕性を向上させ、γ相の分散化により耐蝕性、鍛造性及び耐応力腐蝕割れ性の改善を図ることができる。第5発明合金では、錫のかかる機能により耐蝕性の改善を図り、被削性の改善は主として珪素添加効果により図っている。したがって、珪素及び銅の含有量は第1発明合金と同一としてある。一方、耐蝕性、鍛造性の改善機能を発揮させるためには、錫の添加量を少なくとも0.3重量%とする必要がある。しかし、錫添加による耐蝕性、鍛造性の改善機能は、3.5重量%を超えて添加しても、添加量に見合うだけの効果が得られず、経済的にも無駄である。

40

【0024】

また、燐は、上記した如くγ相を均一分散化させる共にマトリックスにおけるα相の結晶粒を細分化させることにより、被削性改善機能の他、耐蝕性(耐脱亜鉛腐蝕性、耐漬食性)、鍛造性、耐応力腐蝕割れ性及び機械的強度を向上させる機能を発揮するものである。第5発明合金では、燐のかかる機能により耐蝕性等の改善を図り、被削性の改善は主として珪素添加効果により図っている。燐添加による耐蝕性等の改善効果は、微量の燐添加により発揮されるものであり、0.02重量%以上の添加で発揮される。しかし、0.25

50

重量%を超えて添加しても、添加量に見合った効果が得られないばかりか、熱間鍛造性、押出性が却って低下する。

【0025】

また、アンチモン及び砒素も、燐と同様に、微量（0.02重量%以上）で耐脱亜鉛腐食性等を向上させるものである。しかし、0.15重量%を超えて添加しても、添加量に見合う効果が得られないばかりか、燐の過剰添加と同様に、熱間鍛造性、押出性が却って低下する。

【0026】

これらのことから、第5発明合金では、第1発明合金におけると同量の銅及び珪素に加えて、耐蝕性向上元素として錫、燐、アンチモン及び砒素の少なくとも1つを上記した範囲内で添加させることにより、被削性のみならず、耐蝕性等をも向上させることができるのである。なお、第5発明合金にあっては、錫及び燐は、主として、アンチモン及び砒素と同様の耐蝕性改善元素として機能するため、珪素以外に被削性改善元素を添加しない第1発明合金と略同様に、銅及び珪素の配合量は、夫々、69～79重量%及び2.2～4.0重量%としてある。

【0027】

また、請求項6の発明においては、同じく被削性及び耐蝕性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅69～79重量%と、珪素2.2～4.0重量%と、錫0.3～3.5重量%、燐0.02～0.25重量%、アンチモン0.02～0.15重量%及び砒素0.02～0.15重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第6発明合金」という）を提案する。

【0028】

すなわち、第6発明合金は、第5発明合金にビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものであり、第2発明合金と同様に、珪素並びにビスマス、テルル及びセレンのうちから選択した少なくとも1つを添加することにより被削性を改善すると共に、第5発明合金と同様に、錫、燐、アンチモン及び砒素のうちから選択した少なくとも1つを添加することにより耐蝕性等を改善したものである。したがって、銅、珪素、ビスマス、テルル及びセレンの添加量については第2発明合金と同一とし、錫、燐、アンチモン及び砒素の添加量については第5発明合金と同一とした。

【0029】

また、請求項7の発明においては、被削性に加えて高力性、耐摩耗性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅62～78重量%と、珪素2.5～4.5重量%と、錫0.3～3.0重量%、アルミニウム0.2～2.5重量%及び燐0.02～0.25重量%から選択された1種以上の元素と、マンガン0.7～3.5重量%及びニッケル0.7～3.5重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第7発明合金」という）を提案する。

【0030】

マンガン又はニッケルは、珪素と結合して $Mn_x Si_y$ 又は $Ni_x Si_y$ の微細金属間化合物を形成して、マトリックスに均一に析出し、それにより耐摩耗性、強度を向上させる。したがって、マンガン及びニッケルの一方又は両方を添加することにより、高力性、耐摩耗性が改善される。かかる効果は、マンガン及びニッケルを夫々0.7重量%以上添加することに発揮される。しかし、3.5重量%を超えて添加しても、効果が飽和状態となり、添加量に見合う効果が得られない。珪素は、マンガン又はニッケルの添加に伴い、これらとの金属間化合物形成に要する消費量を考慮して、2.5～4.5重量%を添加させることとした。

10

20

30

40

50

【0031】

また、錫、アルミニウム及び燐の添加により、マトリックスの α 相が強化され、被削性も改善される。錫及び燐は、 α 相、 γ 相の分散により強度、耐摩耗性を向上させ、被削性も向上させる。錫は、0.3重量%以上の添加により強度及び被削性を向上させるが、3.0重量%を超えて添加すると延性が低下する。したがって、高力性、耐摩耗性の改善を図る第7発明合金においては、被削性改善効果も考慮して、錫の添加量を0.3～3.0重量%とした。また、アルミニウムは、耐摩耗性改善に寄与し、マトリックスの強化機能は0.2重量%以上の添加により発揮される。しかし、2.5重量%を超えて添加すると、延性が低下する。したがって、被削性改善効果も考慮して、アルミニウムの添加量は0.2～2.5重量%とした。また、燐の添加により、 γ 相の分散化と同時にマトリックスにおける α 相の結晶粒を微細化して、熱間加工性を向上させ、強度、耐摩耗性も向上させる。しかも、鋳造時の湯流れ性を著しく向上させる効果もある。このような効果は、燐を0.02～0.25重量%の範囲で添加することにより奏せられる。なお、銅の配合量については、珪素添加量との関係及びマンガン、ニッケルが珪素と結合する関係から、62～78重量%とした。

10

【0032】

また、請求項8の発明においては、同じく被削性及び高力性、耐摩耗性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅62～78重量%と、珪素2.5～4.5重量%と、錫0.3～3.0重量%、アルミニウム1.0～2.5重量%及び燐0.02～0.25重量%から選択された1種以上の元素と、マンガン0.7～3.5重量%及びニッケル0.7～3.5重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第8発明合金」という）を提案する。

20

【0033】

すなわち、第8発明合金は、第7発明合金にビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものであり、前記した如く珪素と異なる機能により被削性を改善する元素であるビスマス等を添加することにより、第7発明合金と同様の高力性、耐摩耗性を確保しつつ、被削性の更なる改善を図ったものである。ビスマス等の被削性改善元素についての添加理由及び添加量決定理由は、第2発明合金、第4発明合金又は第6発明合金と同様である。その他の元素（銅、亜鉛、錫、マンガン、ニッケル）についての添加理由及び添加量決定理由は、第7発明合金と同様である。

30

【0034】

さらに、請求項9の発明においては、被削性に加えて耐高温酸化性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅69～79重量%、珪素2.3～4.0重量%、アルミニウム0.1～1.5重量%及び燐0.02～0.25重量%を含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、 γ 相及び κ 相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第9発明合金」という）を提案する。

40

【0035】

アルミニウムは、強度、被削性、耐摩耗性を改善させる他、耐高温酸化性を改善させる元素である。また、珪素も、上記した如く、被削性、強度、耐摩耗性、耐応力腐蝕割れ性を改善させる他、耐高温酸化性を改善する機能を発揮する。アルミニウムによる耐高温酸化性の改善は、珪素との共添によって、0.1重量%以上の添加で行なわれる。しかし、アルミニウムを1.5重量%を超えて添加しても、添加量に見合う耐高温酸化性改善効果はみられない。かかる点から、アルミニウムの添加量は0.1～1.5重量%とした。

【0036】

燐は、合金鋳造時における湯流れ性を向上させるために添加される。また、燐は、かかる湯流れ性の他、上記した被削性、耐脱亜鉛腐蝕性に加えて、耐高温酸化性をも改善する。

50

このような燐の添加効果は0.02重量%以上で発揮される。しかし、0.25重量%を超えて添加しても、添加量に見合う効果はみられず、却って合金の脆性化を招くことになる。かかる点から、燐の添加量は、0.02～0.25重量%とした。

【0037】

また、珪素は、上記した如く被削性を改善させるために添加されるものであるが、燐と同様に湯流れ性を向上させる機能も有するものである。珪素による湯流れ性の向上は2.0重量%以上、望ましくは2.3重量%以上の添加により発揮され、被削性を向上させるに必要な添加範囲と重複する。したがって、珪素の添加量は、被削性の改善を考慮して、2.3～4.0重量%とした。

【0038】

また、請求項10の発明においては、同じく被削性及び耐高温酸化性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅69～79重量%と、珪素2.2～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%と、燐0.02～0.25重量%と、クロム0.02～0.4重量%及びチタン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第10発明合金」という）を提案する。

【0039】

クロム及びチタンは耐高温酸化性を向上させる機能を有するものであり、その機能は、特に、アルミニウムとの共添による相乗効果によって顕著に発揮される。かかる機能は、これらを単独添加すると共添するとに拘わらず、夫々、0.02重量%以上で発揮され、0.4重量%で飽和状態となる。このような点から、第10発明合金においては、第9発明合金に略近い銅合金にクロム0.02～0.4重量%及びチタン0.02～0.4重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものとして、第9発明合金の耐高温酸化性を更に向上させるよう図っている。

【0040】

また、請求項11の発明においては、同じく被削性及び耐高温酸化性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅69～79重量%と、珪素2.4～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%と、燐0.02～0.25重量%と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第11発明合金」という）を提案する。

【0041】

すなわち、第11発明合金は、第9発明合金に略近い銅合金にビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%の少なくとも1つを更に含有させた合金組成をなすものであり、前記した如く珪素と異なる機能により被削性を改善する元素であるビスマス等を添加することにより、第9発明合金と同様の耐高温酸化性を確保しつつ、被削性の更なる改善を図ったものである。

【0042】

また、請求項12の発明においては、同じく被削性及び耐高温酸化性に優れた無鉛快削性銅合金として、銅69～79重量%と、珪素2.5～4.0重量%と、アルミニウム0.1～1.5重量%と、燐0.02～0.25重量%と、クロム0.02～0.4重量%及びチタン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素と、ビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%から選択された1種以上の元素とを含有し、且つ残部が亜鉛からなる合金組成をなすと共に、γ相及びκ相の少なくとも一方を含む金属組織をなすことを特徴とする銅合金（以下「第12発明合金」という）を提案する。

【0043】

すなわち、第12発明合金は、第10発明合金に略近い銅合金にビスマス0.02～0.4重量%、テルル0.02～0.4重量%及びセレン0.02～0.4重量%の少なく

10

20

30

40

50

とも1つを更に含有させた合金組成をなすものであり、前記した如く珪素と異なる機能により被削性を改善する元素であるビスマス等を添加することにより、第10発明合金と同様の耐高温酸化性を確保しつつ、被削性の更なる改善を図ったものである。

【0044】

また、請求項13の発明においては、上記した各発明合金に400～600℃で30分～5時間の熱処理を施してγ相を微細に分散析出させ、その被削性を更に改善した無鉛快削性銅合金（以下「第13発明合金」という）を提案する。

【0045】

第1～第12発明合金は珪素等の被削性改善元素を添加したものであり、かかる元素の添加により優れた被削性を有するものであるが、特に、銅濃度が高く、α、β、γ、δ及びこれ以外の相（主としてκ相）が多い場合には、熱処理により、κ相がγ相に相変化して、γ相が微細に分散析出することにより、被削性が更に改善されることがある。例えば、銅濃度が高いものでは、マトリックスの延性が高くγ相の絶対量が少ないことから、冷間加工性に優れるが、カシメ等の冷間加工と切削加工が必要な場合、上記した熱処理が極めて有効となる。すなわち、第1～第12発明合金における銅濃度が高いものであって、γ相が少なく且つκ相が多いもの（以下「高銅濃度合金」という）については、熱処理によりκ相がγ相に変化して、γ相が微細に分散析出することにより、被削性が更に改善される。また、実際の鋳物、展伸材、熱間鍛造品の製造を想定した場合、鋳造条件や熱間加工（熱間押出、熱間鍛造等）後の生産性、作業環境等の条件によって、それらの材料が強制空冷、水冷される場合がある。かかる場合、第1～第12発明において、銅濃度が低いもの（以下「低銅濃度合金」という）では、γ相が若干少なく且つβ相を含んでいるが、熱処理を施すと、これによりβ相がγ相に変化すると共にγ相が微細に分散析出することになり、被削性が改善される。実験により確認したところでは、銅及び珪素と他の添加元素（亜鉛を除く）Aとの配合比が $67 \leq \text{Cu} - 3\text{Si} + a\text{A}$ となるような組成の高銅濃度合金又は $64 \geq \text{Cu} - 3\text{Si} + a\text{A}$ となるような組成の低銅濃度合金において、熱処理による効果が特に著しい。なお、aは添加元素Aによって異なる係数であり、例えば、錫： $a = -0.5$ 、アルミニウム： $a = -2$ 、磷： $a = -3$ 、アンチモン： $a = 0$ 、砒素： $a = 0$ 、マンガン： $a = +2.5$ 、ニッケル： $a = +2.5$ である。

【0046】

しかし、何れの場合においても、熱処理温度が400℃未満であれば、上記した相変化速度が遅くなり、熱処理に極めて長時間を要するため、経済的にも実用できない。逆に、600℃を超えると、却ってκ相が増大し或いはβ相が出現するため、被削性の改善効果が得られない。したがって、実用性をも考慮した場合、被削性改善のためには、400～600℃の条件で30分～5時間の熱処理を行なうことが好ましい。

【0047】

【実施例】

実施例として、表1～表35に示す組成の鋳塊（外径100mm、長さ150mmの円柱形状のもの）を熱間（750℃）で外径15mmの丸棒状に押出加工して、第1発明合金No. 1001～No. 1008、第2発明合金No. 2001～No. 2011、第3発明合金No. 3001～No. 3012、第4発明合金No. 4001～No. 4049、第5発明合金No. 5001～No. 5020、第6発明合金No. 6001～No. 6105、第7発明合金No. 7001～No. 7030、第8発明合金No. 8001～No. 8147、第9発明合金No. 9001～No. 9005、第10発明合金No. 10001～No. 10008、第11発明合金No. 11001～No. 11007及び第12発明合金No. 12001～No. 12021を得た。また、表36に示す組成の鋳塊（外径100mm、長さ150mmの円柱形状のもの）を熱間（750℃）で外径15mmの丸棒状に押出加工した上、その押出材を表36に示す条件で熱処理して、第13発明合金No. 13001～No. 13006を得た。すなわち、No. 13001は第1発明合金No. 1005と同一組成をなす押出材を580℃、30分の条件で熱処理したものであり、No. 13002はNo. 13001と同一組成をなす押出材を

450℃、2時間の条件で熱処理したものであり、No. 13003は第1発明合金No. 1007と同一組成をなす押出材をNo. 13001と同一条件(580℃、30分)で熱処理したものであり、No. 13004はNo. 1007と同一組成をなす押出材をNo. 13002と同一条件(450℃、2時間)で熱処理したものであり、No. 13005は第1発明合金No. 1008と同一組成をなす押出材をNo. 13001と同一条件(580℃、30分)で熱処理したものであり、No. 13006はNo. 1008と同一組成をなす押出材をNo. 13002と同一条件(450℃、2時間)で熱処理したものである。尚、第1乃至第12発明合金の組成を示す表1乃至表35の中で、珪素の含有量が請求項1乃至請求項12に記載の珪素含有量の範囲外である銅合金は、参考例として記載されているものである。

10

【0048】

また、比較例として、表37に示す組成の鋳塊(外径100mm、長さ150mmの円柱形状のもの)を熱間(750℃)で押出加工して、外径15mmの丸棒状押出材(以下「従来合金」という)No. 14001~No. 14006を得た。なお、No. 14001は「JIS C3604」に相当するものであり、No. 14002は「CDA C36000」に相当するものであり、No. 14003は「JIS C3771」に相当するものであり、No. 14004は「CDA C69800」に相当するものである。また、No. 14005は「JIS C6191」に相当するものであり、JISに規定される伸銅品の中で強度、耐磨耗性に最も優れるアルミニウム青銅である。また、No. 14006は「JIS C4622」に相当するものであり、JISに規定される伸銅品の中で耐蝕性に最も優れるネーバル黄銅である。

20

【0049】

【表1】

合金		合金組成(重量%)		
		Cu	Si	Zn
第1発明合金	1001	70.2	2.1	残部
	1002	74.1	2.9	残部
	1003	74.8	3.1	残部
	1004	77.6	3.7	残部
	1005	78.5	3.2	残部
	1006	73.3	2.4	残部
	1007	77.0	2.9	残部
	1008	69.9	2.3	残部

30

40

50

【 0 0 5 0 】

【表 2】

合金 No.		合金組成 (重量%)					
		C u	S i	B i	T e	S e	Z n
第 2 発 明 合 金	2001	74. 5	2. 9	0. 05			残部
	2002	74. 8	2. 8		0. 25		残部
	2003	75. 0	2. 9			0. 13	残部
	2004	69. 9	2. 1	0. 32	0. 03		残部
	2005	72. 4	2. 3	0. 11		0. 31	残部
	2006	78. 2	3. 4		0. 14	0. 03	残部
	2007	76. 2	2. 9	0. 03	0. 05	0. 12	残部
	2008	78. 2	3. 7	0. 33			残部
	2009	73. 0	2. 4	0. 16			残部
	2010	74. 7	2. 8	0. 04	0. 30		残部
	2011	76. 3	3. 0	0. 18	0. 12		残部

10

20

30

【 0 0 5 1 】

【表 3】

合金		合金組成 (重量%)					
No.		C u	S i	S n	A l	P	Z n
第 3 発 明 合 金	3001	71.8	2.4	3.1			残部
	3002	78.2	2.3		3.3		残部
	3003	75.0	1.9	1.5	1.4		残部
	3004	74.9	3.2			0.09	残部
	3005	71.6	2.4	2.3		0.03	残部
	3006	76.5	2.7		2.4	0.21	残部
	3007	76.5	3.1	0.6	1.1	0.04	残部
	3008	77.5	3.5	0.4			残部
	3009	75.4	3.0	1.7			残部
	3010	76.5	3.3			0.21	残部
	3011	73.8	2.7			0.04	残部
	3012	75.0	2.9	1.6		0.10	残部

10

20

【0052】

【表4】

30

合金		合金組成 (重量%)							
No.		Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	Zn
第4 発 明 合 金	4001	70.8	1.9	3.4		0.36			残部
	4002	76.3	3.4	1.3			0.03		残部
	4003	73.2	2.5	1.9				0.15	残部
	4004	72.3	2.4	0.6		0.29	0.23		残部
	4005	74.2	2.7	2.0		0.03		0.26	残部
	4006	75.4	2.9	0.4			0.31	0.03	残部
	4007	71.5	2.1	2.6		0.11	0.05	0.23	残部
	4008	79.1	1.9		3.3	0.28			残部
	4009	76.3	2.7		1.2		0.13		残部
	4010	77.2	2.5		2.0			0.07	残部
	4011	79.2	3.1		1.1	0.04	0.06		残部
	4012	76.3	2.3		1.3	0.13		0.04	残部
	4013	77.4	2.6		2.6		0.22	0.03	残部
	4014	77.9	2.2		2.3	0.09	0.05	0.11	残部
	4015	73.5	2.0	2.9	1.2	0.23			残部
	4016	76.3	2.5	0.7	3.2		0.04		残部
	4017	75.5	2.3	1.2	2.0			0.12	残部
	4018	77.1	2.1	0.9	3.4	0.03	0.03		残部
	4019	72.9	3.2	3.3	1.7	0.11		0.04	残部
	4020	74.2	2.8	2.7	1.1		0.33	0.03	残部

【0053】

【表5】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)								
No.	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Zn	
4021	74.2	2.3	1.5	2.3	0.07	0.05	0.09		殘部	
4022	70.9	2.1			0.11			0.11	殘部	
4023	74.8	3.1				0.07		0.06	殘部	
4024	76.3	3.2					0.05	0.02	殘部	
4025	78.1	3.1			0.26	0.02		0.15	殘部	
4026	71.1	2.2			0.13		0.02	0.05	殘部	
4027	74.1	2.7			0.03	0.06	0.03	0.03	殘部	
4028	70.6	1.9	3.2		0.31			0.04	殘部	
4029	73.6	2.4	2.3			0.03		0.04	殘部	
4030	73.4	2.6	1.7				0.31	0.22	殘部	
4031	74.8	2.9	0.5		0.03	0.02		0.05	殘部	
4032	73.0	2.6	0.7		0.09		0.02	0.08	殘部	
4033	74.5	2.8				0.03	0.12	0.05	殘部	
4034	77.2	3.3	1.3			0.03	0.12	0.04	殘部	
4035	74.9	3.1	0.4		0.02	0.05	0.05	0.08	殘部	
4036	79.2	3.3		2.5	0.05			0.12	殘部	
4037	74.2	2.6		1.2		0.12		0.05	殘部	
4038	77.0	2.8		1.3			0.05	0.20	殘部	
4039	76.0	2.4		3.2	0.10	0.04		0.05	殘部	
4040	74.8	2.4		1.1	0.07		0.04	0.03	殘部	

第 4 発 明 合 金

第 4 発 明 合 金

【 0 0 5 4 】

【表 6】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)								
No.	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Zn	
4041	77.2	2.7		2.1		0.33	0.05	0.05	殘部	
4042	78.0	2.6		2.5	0.03	0.02	0.10	0.14	殘部	
4043	72.5	2.4	1.9	1.1	0.12			0.03	殘部	
4044	76.0	2.6	0.5	2.0		0.20		0.07	殘部	
4045	77.5	2.6	0.7	3.1			0.21	0.12	殘部	
4046	75.0	2.6	0.8	2.2	0.04	0.05		0.06	殘部	
4047	71.0	1.9	3.1	1.0	0.15		0.02	0.04	殘部	
4048	73.3	2.1	2.6	1.2		0.04	0.03	0.05	殘部	
4049	74.8	2.5	0.6	1.1	0.03	0.03	0.04	0.07	殘部	

第 4 発 明 合 金

【0055】

【表7】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)						
No.		C u	S i	S n	P	S b	A s	Z n
第 5 発 明 合 金	5001	69.9	2.1	3.3				残部
	5002	74.1	2.7		0.21			残部
	5003	75.8	2.4			0.14		残部
	5004	77.3	3.4				0.05	残部
	5005	73.4	2.4	2.1	0.04			残部
	5006	75.3	2.7	0.4		0.04		残部
	5007	70.9	2.2	2.4			0.07	残部
	5008	71.2	2.6	1.1	0.03	0.03		残部
	5009	77.3	2.9	0.7	0.19		0.03	残部
	5010	78.2	3.1	0.4		0.09	0.15	残部
	5011	72.5	2.1	2.8	0.02	0.10	0.03	残部
	5012	79.0	3.3		0.24	0.02		残部
	5013	75.6	2.9		0.07		0.14	残部
	5014	74.8	3.0			0.11	0.02	残部
	5015	74.3	2.8		0.06	0.02	0.03	残部
	5016	72.9	2.5		0.03			残部
	5017	77.0	3.4		0.14			残部
	5018	76.8	3.2	0.7	0.12			残部
	5019	74.5	2.8	1.8				残部
	5020	74.9	3.0		0.20	0.05		残部

【 0 0 5 6 】

【表 8】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)								
No.	Cu	Si	Sn	Bi	Te	P	Sb	As	Zn	
6001	69.6	2.1	3.2	0.15					殘部	
6002	77.3	3.7	0.5	0.02		0.23			殘部	
6003	75.2	2.4	1.1	0.33			0.12		殘部	
6004	70.9	2.3	3.1	0.11				0.03	殘部	
6005	78.1	2.7	0.6	0.14		0.02	0.07		殘部	
6006	74.5	2.6	1.5	0.21		0.10		0.04	殘部	
6007	74.7	3.2	2.1	0.05			0.02	0.12	殘部	
6008	73.8	2.5	0.7	0.31		0.03	0.02	0.10	殘部	
6009	74.5	2.9		0.05		0.19			殘部	
6010	78.1	3.1		0.11			0.15		殘部	
6011	74.6	3.3		0.02				0.22	殘部	
6012	69.9	2.3		0.35		0.08	0.02		殘部	
6013	73.2	2.6		0.21		0.03		0.07	殘部	
6014	76.3	2.9		0.07			0.09	0.02	殘部	
6015	74.4	2.8		0.19		0.13	0.03	0.02	殘部	
6016	70.5	2.3	2.9	0.10	0.02				殘部	
6017	74.7	2.4	0.9	0.31	0.04	0.05			殘部	
6018	78.1	3.8	0.6	0.02	0.33		0.07		殘部	
6019	69.4	2.0	3.4	0.11	0.03			0.03	殘部	
6020	77.8	2.8	0.5	0.06	0.11	0.21	0.02		殘部	

第 6 発 明 合 金

第 6 発 明 合 金

【 0 0 5 7 】

【 表 9 】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)									
No.	Cu	Si	Sn	Bi	Te	Se	P	Sb	As	Zn	
6021	74.2	2.6	0.6	0.20	0.03		0.02		0.14	殘部	
6022	75.8	3.3	1.8	0.03	0.06			0.11	0.02	殘部	
6023	74.4	2.6	1.5	0.09	0.12		0.03	0.02	0.06	殘部	
6024	77.3	3.1		0.02	0.25		0.08			殘部	
6025	70.5	2.4		0.12	0.04		0.06	0.03		殘部	
6026	74.3	2.9		0.24	0.02		0.13		0.11	殘部	
6027	69.8	2.3		0.34	0.03		0.21	0.02	0.02	殘部	
6028	74.5	2.9		0.03	0.11			0.13		殘部	
6029	78.4	3.2		0.02	0.08			0.04	0.05	殘部	
6030	73.8	3.0		0.08	0.31				0.23	殘部	
6031	72.8	2.5	1.6	0.11		0.36				殘部	
6032	78.1	3.7	0.5	0.03		0.02	0.05			殘部	
6033	77.2	2.8	0.6	0.09		0.04		0.07		殘部	
6034	76.9	3.8	0.4	0.03		0.06			0.07	殘部	
6035	74.1	2.3	3.3	0.06		0.03	0.02	0.05		殘部	
6036	69.8	2.0	2.5	0.31		0.12	0.03		0.06	殘部	
6037	74.9	3.0	1.1	0.07		0.21		0.12	0.02	殘部	
6038	72.6	2.8	0.6	0.20		0.05	0.21	0.07	0.03	殘部	
6039	69.7	2.3		0.23		0.06	0.10			殘部	
6040	75.4	3.0		0.02		0.09	0.11	0.03		殘部	

第 6 発 明 合 金

第 6 発 明 合 金

【 0 0 5 8 】

【 表 1 0 】

10

20

30

合金 No.	合金組成 (重量%)									
	Cu	Si	Sn	Bi	Te	Se	P	Sb	As	Zn
6041	73.2	2.5		0.11		0.36	0.05		0.02	残部
6042	78.2	3.7		0.03		0.04	0.03	0.04	0.10	残部
6043	77.8	2.8		0.09		0.02		0.04		残部
6044	73.4	2.6		0.16		0.06		0.03	0.02	残部
6045	71.2	2.4		0.35		0.14			0.08	残部
6046	70.3	2.5	1.9	0.09	0.05	0.03				残部
6047	74.5	3.6	2.2	0.02	0.20	0.04	0.04			残部
6048	73.8	2.9	1.2	0.03	0.10	0.05		0.12		残部
6049	69.8	2.1	3.1	0.32	0.03	0.05			0.13	残部
6050	74.2	2.2	0.6	0.19	0.11	0.02	0.02	0.03		残部
6051	74.8	3.2	0.5	0.03	0.07	0.03	0.05		0.02	残部
6052	78.0	2.8	0.6	0.06	0.04	0.11		0.11	0.03	残部
6053	76.3	2.4	0.8	0.05	0.03	0.22	0.03	0.04	0.03	残部
6054	74.2	2.6		0.21	0.02	0.04	0.05			残部
6055	78.2	2.9		0.16	0.08	0.03	0.21	0.03		残部
6056	72.3	2.5		0.08	0.36	0.02	0.10		0.04	残部
6057	69.8	2.4		0.36	0.04	0.04	0.06	0.07	0.02	残部
6058	74.6	3.1		0.05	0.09	0.04		0.14		残部
6059	73.8	2.5		0.08	0.05	0.03		0.02	0.04	残部
6060	74.9	2.7		0.03	0.16	0.02			0.03	残部

第 6 発 明 合 金

【 0 0 5 9 】

【 表 1 1 】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)								
No.	Cu	Si	Sn	Te	Se	P	Sb	As	Zn	
6061	69.7	2.6	3.1	0.26					殘部	
6062	74.2	3.2	0.6	0.03		0.04			殘部	
6063	74.9	2.6	0.7	0.14			0.14		殘部	
6064	73.8	3.0	0.4	0.07				0.13	殘部	
6065	78.1	3.3	0.8	0.02		0.12	0.02		殘部	
6066	72.8	2.4	1.2	0.32		0.03		0.05	殘部	
6067	73.6	2.7	2.1	0.03			0.07	0.02	殘部	
6068	72.3	2.6	0.5	0.16		0.02	0.04	0.03	殘部	
6069	70.6	2.3		0.33		0.09			殘部	
6070	76.5	3.2		0.14		0.21	0.03		殘部	
6071	74.5	3.1		0.05		0.03		0.03	殘部	
6072	72.8	2.7		0.08			0.13		殘部	
6073	78.0	3.8		0.04			0.02	0.12	殘部	
6074	73.8	2.9		0.20				0.10	殘部	
6075	74.5	2.9		0.07		0.04	0.10	0.02	殘部	
6076	73.6	3.2	2.1	0.04	0.07				殘部	
6077	74.1	2.5	0.8	0.21	0.18	0.05			殘部	
6078	77.8	2.9	0.6	0.11	0.05		0.07		殘部	
6079	71.5	2.1	1.1	0.06	0.03			0.06	殘部	
6080	72.6	2.3	0.5	0.15	0.23	0.11	0.02		殘部	

第 6 発 明 合 金

第 6 発 明 合 金

【 0 0 6 0 】

【 表 1 2 】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)								
No.	Cu	Si	Sn	Te	Se	P	Sb	As	Zn	
6081	74.2	3.0	0.5	0.03	0.03	0.20		0.02	殘部	
6082	70.6	2.2	2.6	0.32	0.05		0.13	0.03	殘部	
6083	73.7	2.6	0.8	0.14	0.16	0.06	0.02	0.03	殘部	
6084	74.5	3.1		0.04	0.04	0.05			殘部	
6085	72.8	2.7		0.09	0.21	0.04	0.02		殘部	
6086	76.2	3.3		0.03	0.04	0.11		0.04	殘部	
6087	73.8	2.7		0.11	0.03	0.02	0.04	0.03	殘部	
6088	74.9	2.9		0.05	0.31		0.05		殘部	
6089	75.8	2.8		0.08	0.04		0.03	0.14	殘部	
6090	73.6	2.4		0.27	0.10			0.06	殘部	
6091	72.4	2.2	3.2		0.33				殘部	
6092	75.0	3.2	0.6		0.05	0.10			殘部	
6093	76.8	3.1	0.5		0.04		0.11		殘部	
6094	74.5	2.9	0.7		0.08			0.15	殘部	
6095	73.2	2.7	1.2		0.12	0.06	0.03		殘部	
6096	69.6	2.4	2.3		0.14	0.04		0.02	殘部	
6097	74.2	2.8	0.8		0.07		0.02	0.03	殘部	
6098	74.4	2.9	0.8		0.06	0.03	0.03	0.03	殘部	
6099	74.8	3.1			0.09	0.04			殘部	
6100	73.9	2.8			0.05	0.10	0.04		殘部	

第 6 発 明 合 金

第 6 発 明 合 金

【 0 0 6 1 】

【 表 1 3 】

10

20

30

合金		合金組成 (重量%)						
No.		Cu	Si	Se	P	Sb	As	Zn
第6 発明 合金	6101	76.1	3.0	0.04	0.05		0.02	残部
	6102	74.5	2.8	0.03	0.04	0.02	0.03	残部
	6103	74.3	2.6	0.31		0.04		残部
	6104	75.0	3.3	0.06		0.02	0.05	残部
	6105	73.9	2.9	0.10			0.11	残部

【0062】

【表14】

合金		合金組成 (重量%)							
No.		Cu	Si	Sn	Al	P	Mn	Ni	Zn
第7 発明 合金	7001	62.9	2.7	2.6			2.2		残部
	7001a								
	7002	64.8	3.4	1.8				3.1	残部
	7002a								
	7003	68.2	4.1	0.6			1.9	1.5	残部
	7003a								
	7004	66.5	3.5	1.9	0.9		1.9		残部
	7004a								
	7005	71.3	3.7	0.4	1.8			2.3	残部
	7005a								
	7006	73.6	2.9	0.7	2.1		1.3	0.8	残部
	7006a								
	7007	70.1	3.2	0.5	1.4	0.11	1.8		残部
	7007a								
	7008	77.1	4.2	0.8	2.3	0.03		1.8	残部
	7008a								
	7009	67.3	3.7	2.6	0.2	0.08	0.9	1.8	残部
	7009a								
	7010	75.5	3.9		2.3		0.8		残部
	7010a								

10

20

30

40

50

【0063】

【表15】

合 金		合金組成 (重量%)							
No.		Cu	Si	Sn	Al	P	Mn	Ni	Zn
第 7 発 明 合 金	7011	69.8	3.4		0.3			1.3	残部
	7011a								
	7012	71.2	4.0		1.4		2.1	1.2	残部
	7012a								
	7013	73.3	3.9		2.0	0.03	3.2		残部
	7013a								
	7014	65.9	2.9		0.3	0.21		1.3	残部
	7014a								
	7015	68.8	3.9		1.1	0.05	0.9	2.0	残部
	7015a								
	7016	68.1	4.0	0.4		0.04	2.8		残部
	7016a								
	7017	63.8	2.6	2.7		0.19		0.9	残部
	7017a								
	7018	66.7	3.4	1.3		0.07	1.2	0.8	残部
	7018a								
	7019	67.2	3.6			0.21	1.9		残部
	7019a								
	7020	69.1	3.8			0.06		2.2	残部
	7020a								

【0064】

【表16】

合 金		合金組成 (重量%)							
No.		C u	S i	S n	A l	P	M n	N i	Z n
第 7 発 明 合 金	7021	72.1	4.3			0.07	2.0	0.8	残部
	7021a								
	7022	71.3	3.9		1.1		3.1		残部
	7022a								
	7023	70.5	3.5		1.6		2.3		残部
	7023a								
	7024	70.0	3.6		1.5			3.2	残部
	7024a								
	7025	69.3	2.7		2.1		0.9		残部
	7025a								
	7026	70.2	3.5		1.4			2.1	残部
	7026a								
	7027	65.0	2.8	2.6	2.3		0.8		残部
	7027a								
	7028	69.8	3.6	1.5	1.7		2.4		残部
	7028a								
	7029	71.0	3.6	0.4	0.3		2.2		残部
	7029a								
	7030	68.4	4.2	2.6			3.3		残部
	7030a								

【0065】

【表17】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)									
No.		Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	Mn	Zn	
8001	第 8 発 明 合 金	62.6	2.6	2.6		0.31			1.9	残部	
8001a											
8002		65.3	3.4	1.8		0.11	0.02		2.5	残部	
8002a											
8003		66.4	4.2	0.5		0.05		0.03	3.4	残部	
8003a											
8004		72.1	4.4	0.4		0.06	0.05	0.02	2.8	残部	
8004a											
8005		67.4	3.3	2.3			0.31		0.9	残部	
8005a											
8006		63.8	2.8	2.9			0.06	0.07	2.1	残部	
8006a											
8007		71.5	3.9	1.5				0.20	1.4	残部	
8007a											
8008		64.2	2.9	2.4	0.3	0.28			2.1	残部	
8008a											
8009		68.8	3.4	1.0	1.5	0.07	0.20		1.7	残部	
8009a											
8010		65.3	3.6	2.8	0.2	0.05		0.13	2.2	残部	
8010a											

【0066】

【表18】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)									
		Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Zn
8011	第 8 発 明 合 金	66.8	3.3	1.9	2.1	0.04	0.05	0.05		2.3	残部
8011a											
8012		75.1	4.1	0.4	2.4		0.03			1.8	残部
8012a											
8013		74.2	3.9	0.5	1.8		0.10	0.04		1.7	残部
8013a											
8014		77.1	4.2	0.4	2.1			0.32		2.0	残部
8014a											
8015		62.8	2.6	2.9		0.12			0.03	1.2	残部
8015a											
8016		64.4	2.9	2.7		0.23	0.09		0.13	1.8	残部
8016a											
8017		68.3	3.6	0.4		0.05		0.05	0.04	2.2	残部
8017a											
8018		73.2	4.3	0.5		0.06	0.02	0.11	0.02	3.1	残部
8018a											
8019		72.4	4.1	0.7			0.14		0.21	2.1	残部
8019a											
8020		69.5	3.7	0.7			0.06	0.04	0.05	1.9	残部
8020a											

【0067】

【表19】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)										
No.		Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Zn	
8021	第 8 発 明 合 金	64.2	3.4	2.5				0.31	0.03	1.9	残部	
8021a												
8022		65.6	3.7	2.3	0.2	0.06			0.03	1.4	残部	
8022a												
8023		67.1	3.6	0.4	0.5	0.04	0.05		0.05	2.0	残部	
8023a												
8024		73.2	4.0	0.5	2.1	0.03		0.05	0.05	0.12	2.4	残部
8024a												
8025		68.8	3.5	0.4	1.8	0.12	0.03	0.03	0.03	0.04	1.8	残部
8025a												
8026		66.5	3.4	1.2	0.3			0.24		0.21	1.7	残部
8026a												
8027		64.8	3.0	1.3	1.2			0.16	0.10	0.06	1.5	残部
8027a												
8028		71.2	3.9	0.4	1.0				0.14	0.03	2.6	残部
8028a												
8029	68.1	3.6			0.2	0.05				2.0	残部	
8029a												
8030	64.9	2.9			0.3	0.28	0.08			1.0	残部	
8030a												

【0068】

【表20】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)									
No.		Cu	Si	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Zn	
8031	第 8 発 明 合 金	75.3	3.9	2.1	0.07		0.04		0.8	残部	
8031a											
8032		77.2	4.3	2.3	0.03	0.25	0.04		2.8	残部	
8032a											
8033		64.7	2.8	2.2		0.33			0.9	残部	
8033a											
8034		69.3	3.5	1.6		0.03	0.03		1.8	残部	
8034a											
8035		71.2	3.8	1.5			0.21		2.0	残部	
8035a											
8036		70.6	3.7	0.3	0.04				0.13	1.7	残部
8036a											
8037		69.7	3.8	1.4	0.12	0.04			0.04	1.8	残部
8037a											
8038		70.7	4.2	1.5	0.03			0.16	0.03	3.3	残部
8038a											
8039	70.4	3.9	0.2	0.15	0.10	0.02	0.04	0.04	2.2	残部	
8039a											
8040	68.8	3.7	0.4			0.05		0.12	1.9	残部	
8040a											

第 8 発 明 合 金

【0069】

【表21】

10

20

30

合金組成 (重量%)		合金組成 (重量%)										
合金	No.	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Ni	Zn
第 8 発 明 合 金	8041	70.3	3.9		0.2		0.20	0.03	0.22	2.1		残部
	8041a											
	8042	74.6	4.3		2.1			0.12	0.03	2.4		残部
	8042a											
	8043	77.0	4.5			0.03			0.12	1.7		残部
	8043a											
	8044	70.6	3.9			0.10	0.06		0.04	2.6		残部
	8044a											
	8045	74.2	4.3			0.11		0.21	0.16	2.8		残部
	8045a											
	8046	69.9	3.8			0.06	0.11	0.03	0.08	1.2		残部
	8046a											
	8047	66.8	3.4				0.09		0.06	2.2		残部
	8047a											
	8048	71.3	4.2				0.04	0.05	0.05	1.4		残部
	8048a											
	8049	72.4	4.1					0.12	0.09	2.7		残部
	8049a											
	8050	62.9	2.8	2.8		0.12					1.5	残部
	8050a											

【0070】

【表22】

10

20

30

40

合 金		合金組成 (重量%)									
No.	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	Ni	Zn		
8051	64.8	3.1	2.4		0.08	0.03		2.0	殘部		
8051a											
8052	68.9	3.9	0.3		0.03		0.06	1.8	殘部		
8052a											
8053	67.3	3.7	0.7		0.05	0.04	0.04	2.1	殘部		
8053a											
8054	66.5	3.8	0.9			0.31		2.2	殘部		
8054a											
8055	73.8	4.3	2.1			0.03	0.05	3.3	殘部		
8055a											
8056	74.2	4.4	1.3				0.03	2.7	殘部		
8056a											
8057	70.1	3.8	1.5	1.9	0.06			1.8	殘部		
8057a											
8058	67.9	2.9	0.8	2.3	0.16	0.06		0.9	殘部		
8058a											
8059	68.2	3.6	2.0	0.6	0.04		0.09	1.7	殘部		
8059a											
8060	66.6	3.5	1.8	0.2	0.10	0.05	0.05	1.2	殘部		
8060a											

【0071】

【表23】

10

20

30

合金 No.	合金組成 (重量%)									
	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Ni	Zn
8061	67.6	3.6	0.4	0.6		0.30			1.8	殘部
8061a										
8062	68.8	3.0	0.6	2.1		0.08	0.03		1.1	殘部
8062a										
8063	71.2	4.1	2.4	0.8			0.31		2.2	殘部
8063a										
8064	68.2	3.6	2.6		0.04			0.05	1.5	殘部
8064a										
8065	63.9	2.9	2.3		0.32	0.02		0.08	0.8	殘部
8065a										
8066	70.5	3.9	1.1		0.05		0.05	0.05	2.2	殘部
8066a										
8067	67.7	3.7	1.2		0.09	0.03	0.02	0.04	2.0	殘部
8067a										
8068	66.6	3.5	1.4			0.06		0.04	2.6	殘部
8068a										
8069	72.3	4.1	0.6			0.05	0.04	0.10	3.0	殘部
8069a										
8070	70.6	4.0	0.4				0.16	0.05	3.2	殘部
8070a										

【0072】

【表24】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)									
		Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Ni	Zn
第 8 発 明 合 金	8071	75.6	3.9	0.5	2.2	0.21			0.21	1.4	残部
	8071a										
	8072	71.2	3.4	0.7	1.5	0.18	0.10		0.14	1.3	残部
	8072a										
	8073	68.5	3.7	0.7	1.2	0.03		0.08	0.03	1.9	残部
	8073a										
	8074	64.9	3.2	0.8	0.4	0.12	0.03	0.04	0.04	1.8	残部
	8074a										
	8075	65.3	3.3	2.8	0.2		0.06		0.05	1.5	残部
	8075a										
	8076	68.8	4.0	2.5	0.6		0.05	0.13	0.03	2.7	残部
	8076a										
	8077	67.3	3.4	1.6	0.5			0.06	0.12	2.4	残部
	8077a										
	8078	77.0	4.1		2.2	0.13				2.1	残部
	8078a										
	8079	71.2	3.8		1.4	0.05	0.20			2.0	残部
	8079a										
	8080	68.2	3.6		1.3	0.04		0.05		2.6	残部
	8080a										

【0073】

【表25】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)									
No.		Cu	Si	Al	Bi	Te	Se	P	Ni	Zn	
8081		67.3	3.4	0.8	0.05	0.06	0.03		1.7	殘部	
8081a											
8082		70.4	3.9	1.2		0.05			2.2	殘部	
8082a											
8083		73.6	3.9	1.3		0.21	0.06		3.1	殘部	
8083a											
8084		68.8	3.8	1.2			0.18		2.6	殘部	
8084a											
8085		67.5	3.5	1.2	0.04			0.16	1.8	殘部	
8085a											
8086		64.9	2.9	1.6	0.08	0.04		0.05	1.5	殘部	
8086a											
8087		76.3	4.3	1.5	0.29		0.05	0.10	2.8	殘部	
8087a											
8088		65.8	2.8	2.3	0.16	0.06	0.03	0.05	1.3	殘部	
8088a											
8089		66.7	3.3	2.1		0.32		0.03	1.8	殘部	
8089a											
8090		69.2	4.0	1.2		0.11	0.02	0.10	2.5	殘部	
8090a											
第 8 発 明 合 金											

第 8 発 明 合 金

【0074】

【表26】

合金 No.	合金組成 (重量%)										
	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Ni	Zn
8091	70.6	3.8		1.3			0.14	0.05		1.7	残部
8091a											
8092	67.2	3.4			0.05			0.04		2.0	残部
8092a											
8093	65.8	3.2			0.15	0.03		0.06		1.2	残部
8093a											
8094	67.7	3.7			0.06		0.10	0.08		2.1	残部
8094a											
8095	64.7	2.9			0.31	0.04	0.05	0.09		1.5	残部
8095a											
8096	66.5	3.6				0.18		0.21		2.3	残部
8096a											
8097	67.3	3.8				0.08	0.05	0.12		2.2	残部
8097a											
8098	65.9	3.6					0.21	0.20		2.5	残部
8098a											
8099	64.9	3.6	0.4		0.18				0.8	2.6	残部
8099a											
8100	67.3	3.8	1.8		0.03	0.06			1.9	1.0	残部
8100a											

【0075】

【表27】

10

20

30

40

合 金		合金組成 (重量%)									
No.		Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	Mn	Ni	Zn
8101		62.9	2.9	2.4		0.20		0.16	1.3	0.9	残部
8101a											
8102		66.3	3.4	0.5		0.04	0.04	0.05	1.5	0.8	残部
8102a											
8103		65.8	3.8	2.6			0.03		1.4	1.2	残部
8103a											
8104		64.7	3.6	2.7			0.25	0.03	1.3	1.6	残部
8104a											
8105		70.4	3.9	1.8				0.07	1.0	2.0	残部
8105a											
8106		70.3	3.8	0.4	1.8	0.05			2.3	0.7	残部
8106a											
8107		72.1	3.7	0.4	2.1	0.03	0.05		1.3	1.2	残部
8107a											
8108		69.8	3.8	0.6	1.5	0.05		0.05	1.5	2.1	残部
8108a											
8109		75.4	4.2	0.6	1.8	0.05	0.04	0.04	2.3	1.1	残部
8109a											
8110		66.4	3.5	2.5	0.2		0.12		1.6	0.9	残部
8110a											

【0076】

【表28】

10

20

30

合金 No.	合金組成 (重量%)										
	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Ni	Zn
8111	64.9	3.3	2.5	0.3		0.08	0.05		1.2	1.3	残部
8111a											
8112	70.0	3.8	1.2	0.5			0.03		1.5	0.8	残部
8112a											
8113	72.0	3.9	1.1		0.25			0.20	2.4	0.9	残部
8113a											
8114	66.5	3.6	1.2		0.06	0.04		0.05	1.3	1.1	残部
8114a											
8115	67.0	3.5	1.3		0.12		0.04	0.08	0.9	1.2	残部
8115a											
8116	64.0	2.8	2.6		0.30	0.08	0.03	0.05	0.8	1.0	残部
8116a											
8117	67.3	3.7	2.3			0.03		0.03	1.2	1.3	残部
8117a											
8118	66.4	3.8	2.4			0.05	0.15	0.03	1.0	1.6	残部
8118a											
8119	70.2	3.9	0.5				0.30	0.07	1.7	0.9	残部
8119a											
8120	73.1	4.2	0.5	2.3	0.04			0.14	2.0	1.1	残部
8120a											

【0077】

【表29】

10

20

30

40

合金 No.	合金組成 (重量%)										
	Cu	Si	Sn	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Ni	Zn
8121	71.0	3.6	0.6	2.3	0.03	0.12		0.20	1.8	1.0	残部
8121a											
8122	70.0	3.5	0.5	1.8	0.06		0.03	0.10	1.2	1.3	残部
8122a											
8123	66.5	3.4	0.5	0.7	0.30	0.03	0.02	0.03	1.0	1.5	残部
8123a											
8124	68.8	3.9	1.2	0.2		0.06		0.05	1.0	1.2	残部
8124a											
8125	64.9	3.0	1.8	0.5		0.25	0.05	0.05	1.1	0.8	残部
8125a											
8126	63.7	2.9	2.7	1.0			0.31	0.03	1.2	0.8	残部
8126a											
8127	70.4	3.9		0.2	0.04				1.6	1.3	残部
8127a											
8128	66.5	3.6		0.3	0.02	0.04			1.2	1.1	残部
8128a											
8129	67.3	3.7		0.7	0.03		0.08		1.3	1.2	残部
8129a											
8130	66.0	3.4		0.7	0.22	0.06	0.04		1.3	1.0	残部
8130a											

【0078】

【表30】

10

20

30

40

合 金 No.	合金組成 (重量%)									
	Cu	Si	Al	Bi	Te	Se	P	Mn	Ni	Zn
8131	68.0	3.8	0.8		0.05			1.1	1.4	残部
8131a										
8132	70.0	3.4	2.1		0.03	0.22		0.9	1.1	残部
8132a										
8133	75.5	4.2	2.2			0.05		1.2	1.9	残部
8133a										
8134	68.5	3.8	1.8	0.10			0.04	1.4	1.6	残部
8134a										
8135	76.5	4.3	2.1	0.03	0.10		0.15	1.6	1.3	残部
8135a										
8136	66.5	3.6	1.2	0.05		0.16	0.05	1.2	1.3	残部
8136a										
8137	72.0	4.1	1.0	0.04	0.03	0.02	0.07	1.3	2.2	残部
8137a										
8138	70.2	4.0	1.0		0.04		0.03	2.1	1.4	残部
8138a										
8139	66.8	3.8	0.5		0.32	0.03	0.03	1.2	1.6	残部
8139a										
8140	67.3	3.9	0.4			0.05	0.03	1.8	1.0	残部
8140a										

【0079】

【表31】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)									
第 8 発 明 合 金	No.	Cu	Si	Bi	Te	Se	P	Mn	Ni	Zn	
	8141	66.5	3.6	0.05			0.05	1.5	1.2	残部	
	8141a										
	8142	63.9	2.9	0.30	0.03		0.04	1.2	0.9	残部	
	8142a										
	8143	68.4	3.8	0.03		0.05	0.12	0.9	2.5	残部	
	8143a										
	8144	65.8	3.4	0.10	0.05	0.02	0.03	1.0	1.4	残部	
	8144a										
	8145	70.5	3.9		0.12		0.05	2.6	0.8	残部	
	8145a										
	8146	72.0	4.2		0.04	0.05	0.18	1.0	2.4	残部	
	8146a										
	8147	68.0	3.7			0.20	0.06	1.5	1.0	残部	
8147a											

【0080】

【表32】

10

20

30

合 金		合金組成 (重量%)				
		C u	S i	A l	P	Z n
第 9 発 明 合 金	9001	72.6	2.3	0.8	0.03	残部
	9002	74.8	2.8	1.3	0.09	残部
	9003	77.2	3.6	0.2	0.21	残部
	9004	75.7	3.0	1.1	0.07	残部
	9005	78.0	3.8	0.7	0.12	残部

10

【0081】

20

【表33】

合 金		合金組成 (重量%)						
		C u	S i	A l	P	C r	T i	Z n
第 10 実 施 例	10001	74.3	2.9	0.6	0.05		0.03	残部
	10002	74.8	3.0	0.2	0.12		0.32	残部
	10003	74.9	2.8	0.9	0.08	0.33		残部
	10004	77.8	3.6	1.2	0.22	0.08		残部
	10005	71.9	2.3	1.4	0.07	0.02	0.24	残部
	10006	76.0	2.8	1.2	0.03		0.15	残部
	10007	75.5	3.0	0.3	0.06	0.20		残部
	10008	71.5	2.2	0.7	0.12	0.14	0.05	残部

30

【0082】

40

【表34】

合 金		合金組成 (重量%)							
No.		C u	S i	A l	P	B i	T e	S e	Z n
第 11 实 施 例	11001	74.8	2.8	1.4	0.10	0.03			残部
	11002	76.1	3.0	0.6	0.06		0.21		残部
	11003	78.3	3.5	1.3	0.19			0.18	残部
	11004	71.7	2.4	0.8	0.04	0.21	0.03		残部
	11005	73.9	2.8	0.3	0.09	0.33		0.03	残部
	11006	74.8	2.8	0.7	0.11		0.16	0.02	残部
	11007	78.3	3.8	1.1	0.05	0.22	0.05	0.04	残部

【0083】

【表35】

合 金		合金組成 (重量%)									
No.	Cu	Si	Al	Bi	Te	Se	P	Cr	Ti	Zn	
12001	73.8	2.6	0.5	0.21			0.05	0.11		殘部	
12002	76.5	3.2	0.9		0.03		0.11	0.03		殘部	
12003	78.1	3.4	1.3			0.09	0.20	0.05		殘部	
12004	70.8	2.1	0.6	0.22	0.06		0.08	0.32		殘部	
12005	77.8	3.8	0.2	0.02		0.03	0.03	0.26		殘部	
12006	74.6	2.9	0.7		0.15	0.02	0.10	0.06		殘部	
12007	73.9	2.8	0.3	0.04	0.05	0.16	0.03	0.18		殘部	
12008	75.7	2.9	1.2	0.03			0.12		0.05	殘部	
12009	72.9	2.6	0.5		0.33		0.04		0.12	殘部	
12010	76.5	3.2	0.3			0.32	0.03		0.35	殘部	
12011	71.9	2.5	0.8	0.19	0.03		0.03		0.03	殘部	
12012	74.7	2.9	0.6	0.07		0.05	0.21		0.06	殘部	
12013	74.8	2.8	1.3		0.04	0.21	0.06		0.26	殘部	
12014	78.2	3.8	1.1	0.22	0.05	0.03	0.04		0.24	殘部	
12015	74.6	2.7	1.0	0.15			0.03	0.02	0.10	殘部	
12016	75.5	2.9	0.7		0.22		0.05	0.34	0.02	殘部	
12017	76.2	3.4	0.3			0.05	0.12	0.08	0.31	殘部	
12018	77.0	3.3	1.1	0.03	0.14		0.03	0.05	0.03	殘部	
12019	73.7	2.8	0.3	0.32		0.03	0.10	0.03	0.19	殘部	
12020	74.8	2.8	1.2		0.02	0.14	0.05	0.14	0.05	殘部	
12021	74.0	2.9	0.4	0.07	0.05	0.05	0.08	0.11	0.26	殘部	

【0084】

【表36】

10

20

30

合金 No.		合金組成 (重量%)			熱処理	
		C u	S i	Z n	温度	時間
第 13 発 明 合 金	13001	78.5	3.2	残部	580℃	30分
	13002	78.5	3.2	残部	450℃	2時間
	13003	77.0	2.9	残部	580℃	30分
	13004	77.0	2.9	残部	450℃	2時間
	13005	69.9	2.3	残部	580℃	30分
	13006	69.9	2.3	残部	450℃	2時間

10

20

【0085】

【表37】

合 金 No.		合金組成 (重量%)									
		Cu	Si	Sn	Al	Mn	Pb	Fe	Ni	Zn	
14001		58.8		0.2			3.1	0.2		殘部	
14001a											
14002		61.4		0.2			3.0	0.2		殘部	
14002a											
14003		59.1		0.2			2.0	0.2		殘部	
14003a											
14004		69.2	1.2				0.1			殘部	
14004a											
14005		殘部			9.8	1.1		3.9	1.2		
14005a											
14006		61.8		1.0			0.1			殘部	
14006a											
従 来 合 金											

【0086】

そして、第1～第13発明合金の被削性を従来合金との比較において確認すべく、次のような切削試験を行い、切削主分力、切屑状態及び切削表面形態を判定した。

【0087】

すなわち、上記の如くして得られた各押出材の外周面を、真剣バイト（すくい角： -8° ）を取り付けた旋盤により、切削速度： 50 m/分 、切込み深さ（切削代）： 1.5 mm 、送り量： 0.11 mm/rev の条件で切削し、バイトに取り付けた3分力動力計からの信号を重歪測定器により電圧信号に変換してレコーダで記録し、これを切削抵抗に換算した。ところで、切削抵抗の大小は3分力つまり主分力、送り分力及び背分力によって判断されるが、ここでは、3分力のうち最も大きな値を示す主分力（N）をもって切削抵抗の大小を判断することとした。その結果は、表38～表66に示す通りであった。

【0088】

また、切削により生成した切屑の状態を観察し、その形状によって図1（A）～（D）に示す如く4つに分類して、表1～表37に示した。ところで、切屑が、（D）図に示す如く、3巻以上の螺旋形状をなしている場合には、切屑の処理（切屑の回収や再利用等）が困難となる上、切屑がバイトに絡み付いたり、切削表面を損傷させる等のトラブルが発生して、良好な切削加工を行なうことができない。また、切屑が、（C）図に示す如く、半

10

20

30

40

50

巻程度の円弧形状から2巻程度の螺旋形状をなしている場合には、3巻以上の螺旋形状をなす場合のような大きなトラブルは生じないものの、やはり切屑の処理が容易ではなく、連続切削加工を行う場合等にあってはバイトへの絡み付きや切削表面の損傷等を生じる虞れがある。しかし、切屑が、(A)の如き微細な針形状片や(B)の如き扇形状片又は円弧形状片に剪断される場合には、上記のようなトラブルが生じることがなく、(C)図や(D)図に示すもののようによろしくないことから、切屑の処理も容易である。但し、切屑が(A)図のような微細形状に剪断される場合には、旋盤等の工作機械の摺動面に潜り込んで機械的障害を発生したり、作業者の手指、目に刺さる等の危険を伴うことがある。したがって、被削性を判断する上では、(B)図に示すものが最良であり、(A)図に示すものがこれに続き、(C)図や(D)図に示すものは不適当とするのが相当である。表38～表66においては、(B)に示す最良の切屑状態が観察されたものを「◎」で、(A)図に示すやや良好な切屑状態が観察されたものを「○」で、(C)図に示す不良な切屑状態が観察されたものを「△」で、(D)に示す最悪の切屑状態が観察されたものを「×」で示した。

10

【0089】

また、切削後において、切削表面の良否を表面粗さにより判定した。その結果は、表38～表66に示す通りであった。ところで、表面粗さの基準としては最大高さ(R_{max})が使用されることが多く、黄銅製品の用途にもよるが、一般に、 $R_{max} < 10 \mu m$ であれば極めて被削性に優れると判断することができ、 $10 \mu m \leq R_{max} < 15 \mu m$ であれば工業的に満足しうる被削性を得ることができたものと判断でき、 $R_{max} \geq 15 \mu m$ の場合には被削性に劣るものと判断できる。表38～表65においては、 $R_{max} < 10 \mu m$ の場合を「○」で、 $10 \mu m \leq R_{max} < 15 \mu m$ の場合を「△」で、 $R_{max} \geq 15 \mu m$ の場合を「×」で示した。

20

【0090】

表38～表66に示す切削試験の結果から明らかなように、第1発明合金No. 1001～No. 1008、第2発明合金No. 2001～No. 2011、第3発明合金No. 3001～No. 3012、第4発明合金No. 4001～No. 4049、第5発明合金No. 5001～No. 5020、第6発明合金No. 6001～No. 6105、第7発明合金No. 7001～No. 7030、第8発明合金No. 8001～No. 8147、第9発明合金No. 9001～No. 9005、第10発明合金No. 10001～No. 10008、第11発明合金No. 11001～No. 11007及び第12発明合金No. 12001～No. 12021は、その何れにおいても、鉛を大量に含有する従来合金No. 14001～No. 14003と同等の被削性を有するものである。特に、切屑の生成状態に限っては、鉛含有量が0.1重量%以下である従来合金No. 14004～No. 14006に比しては勿論、鉛を大量に含有する従来合金No. 14001～No. 14003に比しても、良好な被削性を有する。

30

【0091】

また、表38及び表65から明らかなように、第13発明合金No. 13001～No. 13006は、これらと同一組成をなす第1発明合金No. 1005、No. 1007及びNo. 1008に比して被削性が向上しており、適当な熱処理を施すことにより被削性を更に向上させ得ることが確認された。

40

【0092】

次に、第1～第13発明合金の熱間加工性及び機械的性質を、従来合金との比較において確認すべく、次のような熱間圧縮試験及び引張試験を行った。

【0093】

すなわち、上記の如くして得られた各押出材から同一形状(外径15mm、長さ25mm)の第1及び第2試験片を切り出した。そして、熱間圧縮試験においては、各第1試験片を700℃に加熱して30分間保持した上、軸線方向に70%の圧縮率で圧縮(第1試験片の高さ(長さ)が25mmから7.5mmになるまで圧縮)して、圧縮後の表面形態(700℃変形能)を目視判定した。その結果は、表38～表66に示す通りであった。変

50

形能の判定は試験片側面におけるクラックの状態から目視により行い、表38～表66においては、クラックが全く生じなかったものを「○」で、小さなクラックが生じたものを「△」で、大きなクラックが生じたものを「×」で示した。また、各第2試験片を使用して、常法による引張試験を行ない、引張強さ (N/mm^2) 及び伸び (%) を測定した。

【0094】

表38～表66に示す熱間圧縮試験及び引張試験の結果から、第1～第13発明合金は、従来合金No. 14001～No. 14004及びNo. 14006と同等若しくはそれ以上の熱間加工性及び機械的性質を有するものであり、工業的に好適に使用できるものであることが確認された。特に、第7及び第8発明合金については、JISに規定される伸銅品の中で強度に最も優れるアルミニウム青銅である従来合金No. 14005と同等の機械的性質を有するものであり、高力性に優れることが理解される。

10

【0095】

また、第1～第6発明合金及び第9～第13発明合金の耐蝕性及び耐応力腐蝕割れ性を、従来合金との比較において確認すべく、「ISO 6509」に定める方法による脱亜鉛腐蝕試験及び「JIS H3250」に規定される応力腐蝕割れ試験を行った。

【0096】

すなわち、「ISO 6509」の脱亜鉛腐蝕試験においては、各押出材から採取した試料を、暴露試料表面が当該押出材の押出し方向に対して直角となるようにしてフェノール樹脂材に埋込み、試料表面をエメリー紙により1200番まで研磨した後、これを純水中で超音波洗浄して乾燥した。かくして得られた被腐蝕試験試料を、1.0%の塩化第2銅2水和塩 ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の水溶液 (12.7 g/l) 中に浸漬し、75℃の温度条件下で24時間保持した後、水溶液中から取出して、その脱亜鉛腐蝕深さの最大値 (最大脱亜鉛腐蝕深さ) を測定した。その結果は、表38～表50及び表61～表66に示す通りであった。

20

【0097】

表38～表50及び表61～表66に示す脱亜鉛腐蝕試験の結果から理解されるように、第1～第4発明合金及び第9～第13発明合金は、大量の鉛を含有する従来合金No. 14001～No. 14003に比して優れた耐蝕性を有し、特に、被削性と共に耐蝕性の向上を図った第5及び第6発明合金については、JISに規定される伸銅品の中で耐蝕性に最も優れるネーバル黄銅である従来合金No. 14006に比しても極めて優れた耐蝕性を有することが確認された。

30

【0098】

また、「JIS H3250」の応力腐蝕割れ試験においては、各押出材から長さ150mmの試料を切り出し、各試料を、その中央部を半径40mmの円弧状治具に当てた状態で、その一端部が他端部に対して45°となるように折曲させて、試験片とした。このようにして引張残留応力を付加された各試験片を脱脂、乾燥処理した上、12.5%のアンモニア水 (アンモニアを等量の純水で薄めたもの) を入れたデシケータ内のアンモニア雰囲気 (25℃) 中に保持させた。すなわち、各試験片をデシケータ内におけるアンモニア水面から約80mm上方の位置に保持する。そして、試験片のアンモニア雰囲気中における保持時間が、2時間、8時間、24時間を経過した時点で、試験片をデシケータから取り出して、10%の硫酸で洗浄した上、当該試験片の割れの有無を拡大鏡 (倍率: 10倍) で視認した。その結果は、表38～表50及び表61～表66に示す通りであった。これらの表においては、アンモニア雰囲気中での保持時間が2時間である場合に明瞭な割れが認められたものについては「××」で、2時間経過時においては割れが認められなかったが、8時間経過時においては明瞭な割れが認められたものについては「×」で、8時間経過時においては割れが認められなかったが、24時間経過時においては明瞭な割れが認められたものについては「△」で、24時間経過時においても割れが全く認められなかったものについては「○」で示した。

40

【0099】

表38～表50及び表61～表66に示す応力腐蝕割れ試験の結果から理解されるように

50

、被削性と共に耐蝕性の向上を図った第5及び第6発明合金については勿論、耐蝕性については格別の配慮をしていない第1～第4発明合金及び第9～第13発明合金についても、亜鉛を含まないアルミニウム青銅である従来合金14005と同等の耐応力腐蝕割れ性を有し、JISに規定される伸銅品の中で耐蝕性に最も優れるネーバル黄銅である従来合金No. 14006より優れた耐応力腐蝕割れ性を有することが確認された。

【0100】

また、第9～第12発明合金の耐高温酸化性を、従来合金との比較において確認すべく、次のような酸化試験を行った。

【0101】

すなわち、各押出材No. 9001～No. 9005、No. 10001～No. 10008、No. 11001～No. 11007、No. 12001～No. 12021及びNo. 14001～14006から、外径が14mmとなるように表面研削され且つ長さ30mmに切断された丸棒状の試験片を得て、各試験片の重量（以下「酸化前重量」という）を測定した。しかる後、各試験片を、磁性坩堝に収納した状態で、500℃に保持された電気炉内に放置した。そして、放置時間が100時間を経過した時点で電気炉から取り出して、各試験片の重量（以下「酸化後重量」という）を測定した上、酸化前重量と酸化後重量とから酸化増量を算出した。ここに、酸化増量とは、試験片の表面積 10 cm^2 当たりの酸化による増加重量（mg）の程度を示すものであり、「酸化増量（ $\text{mg}/10\text{ cm}^2$ ）＝（酸化後重量（mg）－酸化前重量（mg）） $\times$ （ 10 cm^2 ／試験片の表面積（ cm^2 ））」の式から算出されたものである。すなわち、各試験片の酸化後重量は酸化前重量より増加しているが、これは高温酸化によるものである。つまり、高温に晒されると、酸素と銅、亜鉛、珪素とが結合して Cu_2O 、 ZnO 、 SiO_2 となり、その酸素増分により重量が増加するのである。したがって、この増加重量の程度（酸化増量）が小さい程、耐高温酸化性に優れているということができ、表61～表64及び表66に示す結果となった。

【0102】

表61～表64及び表66に示す酸化試験の結果から明らかなように、第9～第12発明合金の酸化増量は、JISに規定される伸銅品の中でも高度の耐高温酸化性を有するアルミニウム青銅である従来合金No. 14005と同等であり、他の従来合金よりは極めて小さくなっている。したがって、第9～第12発明合金が、被削性に加えて、耐高温酸化性にも極めて優れたものであることが確認された。

【0103】

【表38】

合金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
1001	△	△	146	290	○	470	32	△
1002	◎	○	122	210	○	524	36	○
1003	◎	○	119	190	○	543	34	○
1004	◎	○	126	170	△	590	37	○
1005	△	○	134	150	△	532	42	○
1006	◎	△	129	230	○	490	34	○
1007	△	○	132	170	△	512	41	○
1008	△	△	137	270	○	501	31	△
第 1 発 明 合 金								

【0104】

【表39】

合金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
2001	○	○	116	190	○	523	34	○
2002	◎	○	117	190	○	508	36	○
2003	◎	○	118	180	○	525	36	○
2004	◎	○	119	280	△	463	28	△
2005	◎	○	119	240	△	481	30	○
2006	◎	○	119	170	△	552	36	○
2007	◎	○	116	180	○	520	41	○
2008	◎	○	115	140	△	570	34	○
2009	◎	○	117	200	△	485	31	○
2010	◎	○	114	180	○	507	34	○
2011	◎	○	115	170	△	522	33	○

第 2 発 明 合 金

【0105】

【表40】

10

20

30

合金 No.	被削性		耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
3001	◎	△	40	○	553	26	○
3002	◎	○	130	△	538	32	○
3003	◎	○	50	○	526	28	○
3004	◎	○	<5	○	533	36	○
3005	◎	○	50	○	525	28	○
3006	◎	○	<5	○	546	38	○
3007	◎	○	<5	○	552	34	○
3008	◎	○	80	○	570	36	○
3009	◎	○	50	○	541	29	○
3010	◎	○	<5	○	560	35	○
3011	◎	○	20	○	502	34	○
3012	◎	○	<5	○	534	31	○

第 3 発 明 合 金

【0106】

【表41】

10

20

30

40

合金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
4001	◎	○	119	40	△	512	24	○
4002	◎	○	122	50	○	543	30	○
4003	◎	○	123	50	○	533	30	○
4004	◎	○	117	80	△	520	31	○
4005	◎	○	119	50	○	535	32	○
4006	◎	○	116	60	○	532	31	○
4007	◎	○	122	50	○	528	26	○
4008	◎	○	124	100	△	554	30	○
4009	◎	○	119	130	○	542	34	○
4010	◎	○	119	120	○	562	35	○
4011	◎	○	122	100	△	563	34	○
4012	◎	○	119	130	○	524	40	○
4013	◎	○	120	110	○	548	37	○
4014	◎	○	120	120	△	539	36	○
4015	◎	○	121	40	○	528	28	○
4016	◎	○	122	60	○	597	32	○
4017	◎	○	120	50	○	520	33	○
4018	◎	○	123	60	○	553	31	○
4019	◎	○	118	40	○	606	24	○
4020	◎	○	120	40	○	561	26	○

第 4 発 明 合 金

【0107】

【表42】

10

20

30

合金 No.	被削性		耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	
4021	◎	○	50	○	540	29	○
4022	◎	○	<5	○	487	32	△
4023	◎	○	<5	○	524	34	○
4024	◎	○	40	○	541	37	○
4025	◎	○	<5	△	526	43	○
4026	◎	○	30	○	498	30	△
4027	◎	○	30	○	516	35	○
4028	◎	○	<5	○	529	27	○
4029	◎	○	<5	○	544	28	○
4030	◎	○	<5	○	536	30	○
4031	◎	○	<5	○	524	31	○
4032	◎	○	<5	○	515	32	○
4033	◎	○	<5	○	519	37	○
4034	◎	○	<5	○	582	31	○
4035	◎	○	<5	○	538	32	○
4036	◎	○	<5	△	600	34	○
4037	◎	○	20	○	523	34	○
4038	◎	○	<5	△	539	38	○
4039	◎	○	20	○	544	34	○
4040	◎	○	40	○	522	31	○

第 4 発 明 合 金

【0108】

【表43】

合金 No.	被削性		耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	
4041	◎	○	最大腐蝕深さ (μm)	700℃ 変形能	565	31	○
4042	◎	○	<5	○	567	34	○
4043	◎	○	<5	○	530	29	○
4044	◎	○	<5	○	548	31	○
4045	◎	○	<5	○	572	32	○
4046	◎	○	<5	○	579	29	○
4047	◎	○	<5	○	542	26	○
4048	◎	○	<5	○	540	28	○
4049	◎	○	<5	○	539	33	○

第 4 発 明 合 金

【0109】

【表44】

10

20

30

40

合金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
5001	◎	△	127	30	○	501	25	○
5002	◎	○	119	<5	○	524	37	○
5003	◎	△	135	10	○	488	41	○
5004	◎	○	126	20	△	552	38	○
5005	◎	○	123	<5	○	518	29	○
5006	◎	○	122	<5	○	520	34	○
5007	◎	△	125	<5	○	507	23	○
5008	◎	○	122	<5	○	515	30	○
5009	◎	○	124	<5	○	544	35	○
5010	◎	○	123	<5	△	536	36	○
5011	◎	△	126	<5	○	511	27	○
5012	◎	○	124	<5	○	596	36	○
5013	◎	○	119	<5	○	519	39	○
5014	◎	○	122	<5	○	523	37	○
5015	◎	○	123	<5	○	510	40	○
5016	◎	○	120	20	○	490	35	△
5017	◎	○	121	<5	○	573	40	○
5018	◎	○	120	<5	○	549	39	○
5019	◎	○	122	50	○	537	30	○
5020	◎	○	118	<5	○	521	37	○

第 5 発 明 合 金

【0110】

【表45】

合金 No.	被削性		耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	
6001	◎	○	30	○	512	24	○
6002	◎	○	<5	○	574	31	○
6003	◎	○	<5	△	501	32	○
6004	◎	○	<5	○	514	26	○
6005	◎	○	<5	△	525	42	○
6006	○	○	<5	○	514	32	○
6007	◎	○	<5	○	548	27	○
6008	◎	○	<5	○	503	30	○
6009	◎	○	<5	○	522	38	○
6010	◎	○	<5	△	527	41	○
6011	◎	○	<5	○	536	32	○
6012	◎	○	20	○	478	27	△
6013	◎	○	<5	○	506	30	○
6014	◎	○	<5	○	525	39	○
6015	○	○	<5	○	503	35	○
6016	◎	○	40	○	526	27	○
6017	◎	○	<5	△	507	30	○
6018	◎	○	<5	○	589	31	○
6019	◎	○	<5	○	508	25	○
6020	◎	○	<5	△	504	43	○

第 6 発 明 合 金

【0111】

【表46】

合金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
6021	◎	○	116	<5	○	501	33	○
6022	◎	○	120	<5	○	547	29	○
6023	○	○	119	<5	○	523	30	○
6024	◎	○	120	<5	△	525	40	○
6025	◎	○	120	<5	○	496	30	○
6026	○	○	114	<5	○	518	34	○
6027	◎	○	119	<5	○	487	28	△
6028	◎	○	118	<5	○	524	35	○
6029	◎	○	122	<5	△	540	41	○
6030	◎	○	118	<5	○	511	29	○
6031	◎	○	119	40	○	519	28	○
6032	◎	○	120	<5	○	572	32	○
6033	◎	○	123	<5	△	515	36	○
6034	◎	○	122	<5	○	580	35	○
6035	◎	○	123	<5	○	517	27	○
6036	◎	○	121	<5	○	503	26	○
6037	○	○	117	<5	○	536	30	○
6038	◎	○	116	<5	○	506	30	○
6039	◎	○	120	<5	○	485	28	△
6040	○	○	116	<5	○	528	36	○

第 6 発 明 合 金

【0112】

【表47】

合金 No.	被削性		耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	
6041	◎	○	<5	○	496	30	○
6042	◎	○	<5	△	574	34	○
6043	◎	○	10	△	506	43	○
6044	◎	○	10	○	500	30	○
6045	◎	○	20	△	485	27	△
6046	◎	○	40	○	512	24	○
6047	◎	○	<5	○	557	25	○
6048	◎	○	<5	○	526	30	○
6049	◎	○	<5	○	502	24	○
6050	◎	○	<5	○	480	31	○
6051	○	○	<5	○	534	32	○
6052	◎	○	<5	△	523	38	○
6053	◎	○	<5	○	506	39	○
6054	◎	○	<5	○	485	31	○
6055	◎	○	<5	△	512	44	○
6056	◎	○	<5	○	480	33	△
6057	◎	○	<5	○	479	25	△
6058	○	○	<5	○	525	34	○
6059	◎	○	20	○	482	35	○
6060	○	○	30	○	513	38	○

第 6 発 明 合 金

【0113】

【表48】

合 金 No.	被削性		耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐 蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
6061	◎	○	30	○	530	22	○
6062	◎	○	10	○	538	33	○
6063	◎	○	<5	○	504	37	○
6064	◎	○	<5	○	526	30	○
6065	◎	○	<5	○	565	35	○
6066	◎	○	<5	○	501	25	○
6067	◎	○	<5	○	526	26	○
6068	◎	○	<5	○	502	30	○
6069	◎	○	<5	○	484	28	△
6070	○	○	<5	○	548	37	○
6071	◎	○	<5	○	530	34	○
6072	◎	○	<5	○	515	30	○
6073	◎	○	<5	△	579	35	○
6074	◎	○	<5	○	517	32	○
6075	◎	○	<5	○	513	38	○
6076	◎	○	40	○	535	28	○
6077	○	○	<5	○	490	30	○
6078	◎	○	<5	△	513	40	○
6079	◎	○	<5	○	524	30	○
6080	◎	○	<5	○	482	35	○

第 6 発 明 合 金

【0114】

【表49】

合金 No.	被削性		耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
6081	◎	○	<5	○	536	34	○
6082	◎	○	<5	○	510	25	○
6083	◎	○	<5	○	504	32	○
6084	◎	○	<5	○	533	34	○
6085	◎	○	10	○	501	30	○
6086	◎	○	<5	○	545	37	○
6087	◎	○	<5	○	503	34	○
6088	○	○	<5	○	526	36	○
6089	◎	○	<5	○	514	39	○
6090	◎	○	20	△	480	35	○
6091	◎	○	30	○	516	24	○
6092	◎	○	<5	○	532	30	○
6093	◎	○	<5	○	539	34	○
6094	○	○	<5	○	528	32	○
6095	◎	○	<5	○	507	30	○
6096	◎	○	<5	○	508	22	○
6097	◎	○	<5	○	510	31	○
6098	◎	○	<5	○	527	32	○
6099	◎	○	<5	○	529	34	○
6100	◎	○	<5	○	515	32	○

第 6 発 明 合 金

【0115】

【表50】

合金 No.	被削性			耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	
6101	○	○	115	<5	○	530	38	○
6102	◎	○	118	<5	○	512	36	○
6103	◎	○	119	<5	○	501	35	○
6104	◎	○	117	<5	○	535	32	○
6105	◎	○	117	<5	○	517	37	○
第6発明合金								

【0116】

【表51】

10

20

30

40

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 7 発 明 合 金	7001	◎	△	1 3 8	○	6 7 0	1 8
	7002	◎	△	1 3 6	○	7 1 2	2 0
	7003	◎	○	1 3 2	○	7 8 3	2 3
	7004	◎	○	1 3 8	○	7 3 6	2 1
	7005	◎	○	1 3 6	○	7 8 5	2 3
	7006	◎	△	1 3 9	○	7 0 0	2 4
	7007	△	○	1 3 8	○	7 0 7	2 3
	7008	◎	○	1 3 1	○	8 0 5	2 2
	7009	◎	○	1 3 6	○	7 6 8	1 9
	7010	◎	○	1 3 5	○	7 7 8	2 3
	7011	△	○	1 3 7	○	6 7 7	2 3
	7012	◎	○	1 3 4	○	8 0 0	2 1
	7013	◎	○	1 3 3	○	8 1 9	2 2
	7014	△	○	1 3 8	○	6 4 1	2 1
	7015	◎	○	1 3 4	○	7 6 4	2 3
	7016	◎	○	1 2 9	○	7 5 9	2 0
	7017	△	○	1 3 9	○	6 3 8	1 8
	7018	◎	○	1 3 5	○	7 1 7	2 0
	7019	◎	○	1 3 6	○	6 9 4	2 4
	7020	△	○	1 3 8	○	7 1 2	2 5

【0117】

【表52】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0 ℃ 変形能	引張強さ (N／mm ²)	伸び (%)
第 7 発 明 合 金	7021	◎	○	1 3 0	○	7 5 4	2 4
	7022	◎	△	1 3 4	○	7 8 0	2 3
	7023	◎	○	1 3 3	○	7 6 5	2 2
	7024	◎	○	1 3 5	○	7 7 2	2 3
	7025	△	○	1 3 8	○	6 8 7	2 4
	7026	◎	○	1 3 5	○	7 1 8	2 4
	7027	◎	△	1 3 6	○	7 4 2	1 8
	7028	△	○	1 3 8	○	7 8 5	2 0
	7029	◎	○	1 3 4	○	7 0 3	2 3
	7030	◎	○	1 3 5	○	8 2 0	1 8

【0118】

【表53】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0 ℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8001	◎	○	1 3 2	○	6 5 5	1 5
	8002	◎	○	1 2 9	○	7 0 8	1 7
	8003	◎	○	1 2 7	○	7 6 8	2 0
	8004	◎	○	1 2 8	○	7 8 5	1 8
	8005	◎	○	1 3 1	○	7 1 4	1 6
	8006	◎	○	1 3 4	○	6 8 0	1 6
	8007	◎	○	1 3 2	○	7 6 4	1 7
	8008	◎	○	1 3 0	○	6 7 3	1 6
	8009	◎	○	1 3 2	○	7 5 9	1 8
	8010	◎	○	1 3 2	○	7 5 1	1 5
	8011	◎	○	1 3 4	○	7 6 7	1 7
	8012	◎	○	1 2 8	○	7 9 6	1 8
	8013	◎	○	1 2 9	○	7 8 4	1 8
	8014	◎	○	1 2 9	○	8 0 2	1 7
	8015	◎	○	1 3 3	○	6 7 9	1 5
	8016	◎	○	1 3 0	○	7 0 6	1 6
	8017	◎	○	1 2 9	○	7 0 7	1 8
	8018	◎	○	1 3 1	○	7 8 0	1 6
	8019	◎	○	1 2 8	○	7 6 8	1 6
	8020	◎	○	1 3 2	○	7 2 3	1 9

【0119】

【表54】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8021	◎	○	1 3 4	○	7 6 5	1 6
	8022	◎	○	1 3 2	○	7 7 0	1 6
	8023	◎	○	1 3 1	○	7 4 6	1 8
	8024	◎	○	1 3 2	○	8 1 6	1 9
	8025	◎	○	1 2 9	○	7 5 9	1 8
	8026	◎	○	1 3 0	○	7 2 6	1 7
	8027	◎	○	1 3 3	○	7 0 3	1 7
	8028	◎	○	1 3 2	○	7 3 7	1 8
	8029	◎	○	1 2 9	○	7 1 9	2 0
	8030	◎	○	1 3 3	○	6 4 5	2 3
	8031	◎	○	1 2 9	○	7 6 4	2 2
	8032	◎	○	1 3 1	○	7 9 0	1 9
	8033	◎	○	1 3 3	○	6 7 4	2 0
	8034	◎	○	1 3 1	○	7 4 8	2 3
	8035	◎	○	1 2 9	○	7 7 7	2 2
	8036	◎	○	1 3 1	○	7 2 5	2 3
	8037	◎	○	1 2 8	○	7 7 0	2 1
	8038	◎	○	1 3 1	○	8 1 5	1 8
	8039	◎	○	1 2 7	○	7 3 9	2 4
	8040	◎	○	1 3 0	○	7 2 1	2 2

【0120】

【表55】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8041	◎	○	1 2 8	○	7 3 5	2 3
	8042	◎	○	1 2 7	○	8 2 2	1 8
	8043	◎	○	1 3 1	○	7 8 0	1 8
	8044	◎	○	1 2 6	○	7 2 6	2 1
	8045	◎	○	1 2 8	○	7 6 6	2 2
	8046	◎	○	1 2 7	○	7 1 2	2 3
	8047	◎	○	1 2 8	○	6 7 4	2 1
	8048	◎	○	1 2 9	○	7 5 3	2 4
	8049	◎	○	1 2 7	○	7 6 8	2 2
	8050	◎	○	1 3 2	○	6 9 1	1 7
	8051	◎	○	1 3 1	○	7 1 7	1 7
	8052	◎	○	1 2 8	○	7 3 9	2 1
	8053	◎	○	1 2 8	○	7 3 0	2 2
	8054	◎	○	1 2 7	○	7 3 5	2 0
	8055	◎	○	1 3 4	○	8 1 8	1 5
	8056	◎	○	1 3 2	○	8 1 2	1 6
	8057	◎	○	1 3 1	○	7 5 5	1 8
	8058	◎	○	1 3 3	○	6 5 9	2 0
8059	◎	○	1 3 2	○	7 4 0	1 7	
8060	◎	○	1 3 0	○	7 1 4	1 9	

【0121】

【表56】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8061	◎	○	1 2 9	○	7 0 5	2 1
	8062	◎	○	1 3 1	○	6 9 0	2 2
	8063	◎	○	1 3 3	○	8 1 1	1 8
	8064	◎	○	1 3 1	○	7 4 6	1 7
	8065	◎	○	1 3 3	○	6 5 2	1 9
	8066	◎	○	1 3 0	○	7 5 8	1 9
	8067	◎	○	1 2 9	○	7 3 4	1 9
	8068	◎	○	1 3 1	○	7 1 0	1 7
	8069	◎	○	1 3 1	○	7 6 7	2 0
	8070	◎	○	1 3 1	○	7 5 3	1 8
	8071	◎	○	1 2 9	○	7 9 2	1 9
	8072	◎	○	1 3 1	○	7 3 6	2 1
	8073	◎	○	1 3 0	○	7 6 7	2 2
	8074	◎	○	1 3 2	○	6 7 9	1 9
	8075	◎	○	1 3 4	○	7 2 8	1 7
	8076	◎	○	1 3 3	○	7 9 5	1 6
	8077	◎	○	1 3 3	○	7 1 6	1 8
8078	◎	○	1 3 2	○	8 0 9	1 8	
8079	◎	○	1 2 9	○	7 5 8	2 2	
8080	◎	○	1 3 0	○	7 2 4	2 1	

【0122】

【表57】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8081	◎	○	1 3 2	○	7 0 6	2 3
	8082	◎	○	1 3 0	○	7 6 8	2 3
	8083	◎	○	1 2 8	○	7 7 4	2 5
	8084	◎	○	1 2 9	○	7 6 5	2 2
	8085	◎	○	1 3 0	○	7 2 9	2 3
	8086	◎	○	1 3 3	○	6 8 7	2 4
	8087	◎	○	1 3 1	○	7 9 8	2 0
	8088	◎	○	1 3 2	○	6 9 9	2 3
	8089	◎	○	1 3 0	○	7 4 0	2 1
	8090	◎	○	1 3 2	○	7 8 2	1 8
	8091	◎	○	1 2 9	○	7 6 3	2 2
	8092	◎	○	1 3 0	○	6 8 0	2 2
	8093	◎	○	1 3 1	○	6 5 5	2 3
	8094	◎	○	1 2 8	○	7 1 4	2 1
	8095	◎	○	1 3 2	○	6 3 8	2 4
	8096	◎	○	1 2 8	○	6 8 9	2 2
	8097	◎	○	1 2 9	○	7 1 1	2 1
	8098	◎	○	1 3 0	○	6 9 3	2 0
	8099	◎	○	1 2 7	○	7 0 2	2 1
	8100	◎	○	1 2 9	○	7 2 4	1 8

【0123】

【表58】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8101	◎	○	1 3 1	○	6 8 5	1 8
	8102	◎	○	1 3 2	○	6 9 0	2 1
	8103	◎	○	1 3 3	○	7 4 4	1 7
	8104	◎	○	1 3 0	○	7 2 6	1 7
	8105	◎	○	1 3 3	○	7 5 1	1 9
	8106	◎	○	1 3 0	○	7 5 2	2 1
	8107	◎	○	1 3 1	○	7 6 0	2 1
	8108	◎	○	1 3 2	○	7 4 8	2 2
	8109	◎	○	1 3 0	○	8 0 7	1 8
	8110	◎	○	1 3 3	○	7 3 9	1 6
	8111	◎	○	1 3 2	○	7 1 7	1 7
	8112	◎	○	1 3 4	○	7 6 3	2 0
	8113	◎	○	1 2 9	○	7 4 5	2 2
	8114	◎	○	1 3 2	○	7 2 2	2 0
	8115	◎	○	1 3 0	○	7 0 6	1 7
	8116	◎	○	1 3 3	○	6 8 4	1 9
	8117	◎	○	1 3 2	○	7 4 0	1 8
	8118	◎	○	1 3 3	○	7 6 5	1 6
	8119	◎	○	1 2 8	○	7 3 3	2 2
	8120	◎	○	1 3 1	○	8 1 9	1 9

【0124】

【表59】

10

20

30

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8121	◎	○	1 3 0	○	7 8 8	2 0
	8122	◎	○	1 3 1	○	7 5 5	2 2
	8123	◎	○	1 2 7	○	7 1 1	2 1
	8124	◎	○	1 3 0	○	7 6 3	2 0
	8125	◎	○	1 3 1	○	6 8 7	1 8
	8126	◎	○	1 3 4	○	7 0 6	1 7
	8127	◎	○	1 2 8	○	7 3 0	2 2
	8128	◎	○	1 3 0	○	7 0 2	2 3
	8129	◎	○	1 3 2	○	7 2 7	2 1
	8130	◎	○	1 3 0	○	7 0 1	2 4
	8131	◎	○	1 2 9	○	7 4 5	2 2
	8132	◎	○	1 3 2	○	7 4 9	2 1
	8133	◎	○	1 3 0	○	8 2 6	1 8
	8134	◎	○	1 2 8	○	7 7 0	2 0
	8135	◎	○	1 2 9	○	8 2 8	1 7
	8136	◎	○	1 2 9	○	7 4 6	2 0
	8137	◎	○	1 3 0	○	7 8 4	2 3
	8138	◎	○	1 3 1	○	7 7 9	2 1
	8139	◎	○	1 2 8	○	7 1 0	2 2
	8140	◎	○	1 3 1	○	7 1 7	2 2

【0125】

【表60】

合金 No.		被削性			熱間加工性	機械的性質	
		切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	7 0 0℃ 変形能	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)
第 8 発 明 合 金	8141	◎	○	1 3 1	○	6 8 7	2 2
	8142	◎	○	1 3 0	○	6 3 5	2 0
	8143	◎	○	1 2 9	○	7 1 0	2 3
	8144	◎	○	1 3 0	○	6 6 2	2 4
	8145	◎	○	1 2 8	○	7 2 8	2 3
	8146	◎	○	1 2 9	○	7 5 3	2 1
	8147	◎	○	1 3 0	○	7 0 9	2 4

【0126】

【表61】

合金 No.	被削性			耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性	高温酸化性 酸化増量 (mg/10cm ²)
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)		
9001	◎	△	132	20	○	500	37	○	0.3
9002	◎	○	122	<5	○	564	35	○	0.2
9003	◎	○	123	<5	○	585	39	○	0.5
9004	◎	○	118	<5	○	558	34	○	0.2
9005	△	○	132	<5	△	593	37	○	0.3

第9発明合金

【0127】

【表62】

10

20

30

40

合金 No.	被削性			耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力	高温酸化性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)		
10001	◎	○	124	最大腐蝕深さ (μm)	700℃ 変形能	534	35	腐蝕 割れ性	酸化増量 (mg/10cm ²)
10002	◎	○	120	<5	○	540	33	○	0.2
10003	◎	○	122	<5	○	539	38	○	0.2
10004	◎	○	124	<5	○	575	40	○	0.1
10005	◎	△	128	<5	○	512	33	○	0.1
10006	◎	○	120	20	○	560	35	○	0.1
10007	◎	○	119	<5	○	536	36	○	0.3
10008	△	○	132	<5	○	501	31	△	0.1

【0128】

【表63】

10

20

30

40

合 金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700°C 変形能	機械的性質		耐力 腐 蝕 割れ性	高温酸化性 酸化増量 ($\text{mg}/10\text{cm}^2$)
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)		
11001	◎	○	117	<5	○	540	36	○	0.2
11002	◎	○	117	<5	○	537	34	○	0.3
11003	◎	○	121	<5	△	573	38	○	0.2
11004	◎	○	119	30	○	512	30	○	0.3
11005	○	○	114	<5	△	518	30	○	0.4
11006	◎	○	118	<5	○	535	32	○	0.3
11007	◎	○	119	<5	△	586	37	○	0.2
第 11 発 明 合 金									

【0129】

【表64】

10

20

30

40

合金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性	高温酸化性 酸化増量 ($\text{mg}/10\text{cm}^2$)
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)		
12001	◎	○	121	<5	○	512	32	○	0.2
12002	◎	○	119	<5	○	544	36	○	0.2
12003	◎	○	123	<5	○	570	38	○	0.1
12004	◎	○	124	<5	△	495	31	△	0.2
12005	◎	○	123	30	△	583	32	○	0.3
12006	◎	○	118	<5	○	537	33	○	0.2
12007	◎	○	118	20	○	516	30	○	0.2
12008	◎	○	117	<5	○	543	38	○	0.1
12009	◎	○	122	20	○	501	32	○	0.2
12010	◎	○	119	30	○	546	35	○	0.2
12011	◎	○	121	20	○	516	31	○	0.1
12012	◎	○	117	<5	○	539	33	○	0.2
12012	◎	○	121	<5	○	544	33	○	<0.1
12014	◎	○	121	<5	△	590	37	○	<0.1
12015	◎	○	120	20	○	528	32	○	0.1
12016	◎	○	117	<5	○	535	33	○	0.1
12017	◎	○	121	<5	○	577	35	○	0.2
12018	◎	○	120	<5	△	586	37	○	0.1
12019	◎	○	115	<5	○	520	31	○	0.2
12020	◎	○	118	<5	○	549	34	○	0.1
12021	◎	○	116	<5	○	533	34	○	0.1

第 12 発 明 合 金

【0130】

【表65】

10

20

30

40

合金 No.	被削性			耐蝕性	熱間加工性	機械的性質		耐応力 腐蝕 割れ性
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)	最大腐蝕深さ (μm)	700℃ 変形能	引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)	
13001	◎	○	128	140	△	521	39	○
13002	◎	○	126	130	△	524	41	○
13003	◎	○	127	150	△	500	38	○
13004	◎	○	127	160	△	508	38	○
13005	◎	○	128	180	○	483	35	○
13006	◎	○	129	170	○	488	37	○
第13発明合金								

【0131】

【表66】

10

20

30

40

合 金 No.	被削性			耐蝕性 最大腐蝕深さ (μm)	熱間加工性 700℃ 変形能	機械的性質		耐応力 腐 蝕 割れ性	高温酸化性 酸化増量 ($\text{mg}/10\text{cm}^2$)
	切屑の 状態	切削表面 の形態	主分力 (N)			引張強さ (N/mm^2)	伸び (%)		
14001	○	○	103	1100	△	408	37	××	1.8
14002	○	○	101	1000	×	387	39	××	1.7
14003	○	△	112	1050	○	414	38	××	1.7
14004	×	○	223	900	○	438	38	×	1.2
14005	×	○	178	350	△	735	28	○	0.2
14006	×	○	217	600	○	425	39	×	1.8
従 来 合 金									

【0132】

また、第2の実施例として、表14～表31に示す組成の鋳塊（外径100mm，長さ200mmの円柱形状のもの）を熱間（700℃）で外径35mmの丸棒状に押出加工して、第7発明合金No. 7001a～No. 7030a及び第8発明合金No. 8001a

10

20

30

40

50

～No. 8147aを得た。また、第2の比較例として、表37に示す組成の鋳塊（外径100mm、長さ200mmの円柱形状のもの）を熱間（700℃）で押出加工して、外径35mmの丸棒状押出材（以下「従来合金」という）No. 14001a～No. 14006aを得た。なお、No. 7001a～No. 7030a、No. 8001a～No. 8147a及びNo. 14001a～No. 14006aは、夫々、前記した銅合金No. 7001～No. 7030、No. 8001～No. 8147及びNo. 14001～No. 14006と同一の合金組成をなすものである。

【0133】

そして、第7発明合金No. 7001a～No. 7030a及び第8発明合金No. 8001a～No. 8147aの耐摩耗性を、従来合金No. 14001a～No. 14006aとの比較において確認すべく、次のような摩耗試験を行った。

【0134】

すなわち、上記の如くして得られた各押出材から、その外周面を切削した上、穴明け加工及び切断加工を施すことにより、外径32mm、厚さ（軸線方向長さ）10mmのリング状試験片を得た上、各試験片を回転自在な軸に嵌合固定して、これと軸線を平行とする外径48mmのSUS304製ロールに50kgの荷重を掛けて押圧接触させた状態に保持させる。しかる後、SUS304製ロール及びこれに転接する試験片を、当該試験片の外周面にマルチオイルを滴下しつつ、同一回転数（209 r. p. m.）で回転駆動させる。そして、当該試験片の回転数が10万回に達した時点で、SUS304製ロール及び試験片の回転を停止して、各試験片の回転前後における重量差つまり摩耗減量（mg）を測定した。かかる摩耗減量が少ない程、耐摩耗性に優れた銅合金といえることができるが、その結果は、表67～表77に示す通りであった。

【0135】

表67～表77に示す摩耗試験の結果から明らかなように、第7発明合金No. 7001a～No. 7030a及び第8発明合金No. 8001a～No. 8147aは、従来合金No. 14001～No. 14004及びNo. 14005に比しては勿論、JISに規定される伸銅品の中で耐摩耗性に最も優れるアルミニウム青銅である従来合金No. 14005に比しても、耐摩耗性が優れることが確認された。したがって、上記した引張試験の結果をも考慮して総合的に判断した場合、第7及び第8発明合金は、被削性に加えて、JISに規定される伸銅品の中で耐摩耗性に最も優れるアルミニウム青銅と同等以上の高力性、耐摩耗性を有するものであるといえることができる。

【0136】

【表67】

合金 No.		耐摩耗性
		摩耗減量 (mg / 10万回転)
第 7 発 明 合 金	7001a	1. 3
	7002a	0. 8
	7003a	0. 9
	7004a	1. 4
	7005a	1. 3
	7006a	1. 7
	7007a	1. 8
	7008a	1. 2
	7009a	0. 8
	7010a	2. 4
	7011a	1. 9
	7012a	1. 2
	7013a	1. 1
	7014a	2. 7
	7015a	1. 4
	7016a	1. 3
	7017a	1. 6
	7018a	1. 4
	7019a	1. 9
	7020a	1. 5

10

20

30

【0137】

【表68】

合 金 No.		耐摩耗性
		摩耗減量 (mg / 10万回転)
第 7 発 明 合 金	7021a	1. 3
	7022a	0. 9
	7023a	1. 2
	7024a	1. 0
	7025a	2. 3
	7026a	1. 7
	7027a	1. 8
	7028a	1. 1
	7029a	1. 5
	7030a	1. 4

10

20

【0138】

【表69】

30

合金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量 (mg / 10万回転)	
第 8 発 明 合 金	8001a	1. 4
	8002a	1. 1
	8003a	0. 9
	8004a	1. 2
	8005a	1. 8
	8006a	1. 3
	8007a	1. 5
	8008a	1. 0
	8009a	1. 2
	8010a	0. 7
	8011a	1. 0
	8012a	1. 3
	8013a	1. 4
	8014a	1. 3
	8015a	1. 5
	8016a	0. 9
	8017a	1. 4
	8018a	0. 9
	8019a	1. 0
	8020a	1. 5

10

20

30

【0139】

【表70】

合金		耐摩耗性
No.		摩耗減量 (mg / 10万回転)
第 8 発 明 合 金	8021a	1. 0
	8022a	1. 4
	8023a	1. 4
	8024a	0. 8
	8025a	1. 2
	8026a	1. 4
	8027a	1. 9
	8028a	0. 9
	8029a	1. 4
	8130a	2. 2
	8131a	2. 1
	8132a	1. 0
	8133a	2. 4
	8134a	1. 4
	8135a	1. 2
	8136a	1. 5
	8137a	1. 3
	8138a	0. 8
	8139a	1. 4
	8140a	1. 5

10

20

30

【 0 1 4 0 】

【表 7 1】

合金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量 (mg / 10万回転)	
第 8 発 明 合 金	8041a	1. 5
	8042a	1. 3
	8043a	1. 6
	8044a	1. 2
	8045a	1. 0
	8046a	2. 0
	8047a	1. 6
	8048a	1. 7
	8049a	1. 3
	8050a	1. 5
	8051a	1. 0
	8052a	1. 5
	8053a	1. 3
	8054a	1. 2
	8055a	0. 7
	8056a	0. 9
	8057a	1. 6
	8058a	2. 4
	8059a	1. 6
	8060a	1. 9

10

20

30

【0141】

【表72】

合金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量 (mg / 10万回転)	
第 8 発 明 合 金	8061a	1. 6
	8062a	1. 9
	8063a	1. 2
	8064a	1. 7
	8065a	2. 0
	8066a	1. 4
	8067a	1. 5
	8068a	1. 2
	8069a	0. 9
	8070a	1. 0
	8071a	1. 7
	8072a	1. 9
	8073a	1. 6
	8074a	1. 6
	8075a	1. 8
	8076a	0. 8
	8077a	1. 3
	8078a	1. 2
	8079a	1. 4
	8080a	1. 3

10

20

30

【0142】

【表73】

合金 No.		耐摩耗性 摩耗減量 (mg / 10 万回転)
第 8 発 明 合 金	8081a	1. 6
	8082a	1. 3
	8083a	1. 0
	8084a	1. 2
	8085a	1. 5
	8086a	1. 6
	8087a	1. 1
	8088a	2. 0
	8089a	1. 4
	8090a	1. 2
	8091a	1. 5
	8092a	1. 6
	8093a	2. 1
	8094a	1. 5
	8095a	1. 9
	8096a	1. 5
	8097a	1. 5
	8098a	1. 4
	8099a	1. 1
	8100a	0. 9

10

20

30

【 0 1 4 3 】

【表 7 4】

合 金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量 (mg / 10万回転)	
第 8 発 明 合 金	8101	1. 4
	8102	1. 3
	8103	0. 8
	8104	0. 8
	8105	0. 7
	8106	0. 9
	8107	1. 2
	8108	1. 1
	8109	1. 0
	8110	0. 7
	8111	0. 8
	8112	1. 2
	8113	0. 9
	8114	1. 2
	8115	1. 1
	8116	1. 4
	8117	1. 1
	8118	0. 9
	8119	1. 1
	8120	0. 9

10

20

30

【0 1 4 4】

【表 7 5】

合 金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量 (mg / 10万回転)	
第 8 発 明 合 金	8121a	1. 0
	8122a	1. 0
	8123a	1. 2
	8124a	0. 8
	8125a	1. 1
	8126a	0. 9
	8127a	1. 3
	8128a	1. 4
	8129a	1. 3
	8130a	1. 5
	8131a	1. 2
	8132a	1. 3
	8133a	0. 8
	8134a	1. 0
	8135a	0. 8
	8136a	1. 3
	8137a	1. 1
	8138a	0. 9
	8139a	1. 2
	8140a	1. 0

10

20

30

【 0 1 4 5 】

【表 7 6】

合 金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量	
	(mg / 10万回転)	
第 8 発 明 合 金	8141a	1.4
	8142a	1.8
	8143a	1.6
	8144a	1.9
	8145a	1.1
	8146a	1.2
	8147a	1.4

10

20

【0146】

【表77】

合 金 No.	耐摩耗性	
	摩耗減量	
	(mg / 10万回転)	
従 来 合 金	14001a	5 0 0
	14002a	6 2 0
	14003a	5 2 0
	14004a	4 5 0
	14005a	2 5
	14006a	6 0 0

10

20

【0147】

【発明の効果】

以上の説明から容易に理解されるように、第1～第13発明合金は、被削性改善元素である鉛成分を全く含まないにも拘わらず、極めて被削性に富むものであり、鉛を大量に含有する従来の快削性銅合金の代替材料として安全に使用できるものであり、切屑の再利用等を含めて環境衛生上の問題が全くなく、鉛含有製品が規制されつつある近時の傾向に充分

30

【0148】

さらに、第5及び第6発明合金は、被削性に加えて耐蝕性にも優れるものであり、耐蝕性を必要とする切削加工品、鍛造品、鋳物製品等（例えば、給水栓、給排水金具、バルブ、ステム、給湯配管部品、シャフト、熱交換器部品等）の構成材として好適に使用することができるものであり、その実用的価値極めて大なるものである。

【0149】

また、第7及び第8発明合金は、被削性に加えて高力性、耐摩耗性にも優れるものであり、高力性、耐摩耗性を必要とする切削加工品、鍛造品、鋳物製品等（例えば、軸受、ボルト、ナット、ブッシュ、歯車、ミシン部品、油圧部品等）の構成材として好適に使用する

40

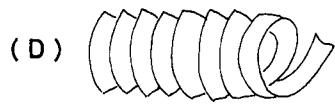
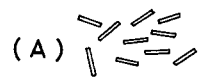
【0150】

また、第9～第12発明合金は、被削性に加えて耐高温酸化性にも優れるものであり、耐高温酸化性を必要とする切削加工品、鍛造品、鋳物製品等（例えば、石油・ガス温風ヒータ用ノズル、バーナヘッド、給湯器用ガスノズル等）の構成材として好適に使用することができるものであり、その実用的価値極めて大なるものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】切屑の形態を示す斜視図である。

【図 1】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平4-246141 (JP, A)
特開昭56-96040 (JP, A)
特開平9-143598 (JP, A)
特開昭62-274036 (JP, A)
特開昭56-9347 (JP, A)
特開平3-110042 (JP, A)
特公昭49-9296 (JP, B1)