

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6239767号  
(P6239767)

(45) 発行日 平成29年11月29日(2017.11.29)

(24) 登録日 平成29年11月10日(2017.11.10)

(51) Int.Cl.	F I
C 2 2 C 9/05 (2006.01)	C 2 2 C 9/05
C 2 2 C 9/02 (2006.01)	C 2 2 C 9/02
C 2 2 C 9/04 (2006.01)	C 2 2 C 9/04
C 2 2 C 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 9/00
B 2 2 F 1/00 (2006.01)	B 2 2 F 1/00
	L
請求項の数 15 (全 18 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2016-539377 (P2016-539377)	(73) 特許権者	516049777
(86) (22) 出願日	平成25年9月4日(2013.9.4)		フナン、テリー、ニュー、マテリアルズ、
(65) 公表番号	特表2016-534233 (P2016-534233A)		カンパニー、リミテッド
(43) 公表日	平成28年11月4日(2016.11.4)		HUNAN TERRY NEW MAT
(86) 国際出願番号	PCT/CN2013/082961		ERIALS COMPANY LTD.
(87) 国際公開番号	W02015/032044		中華人民共和国フナン、イヤン、ハイーテ
(87) 国際公開日	平成27年3月12日(2015.3.12)		ク、ディストリクト、パイオニア、パーク
審査請求日	平成28年6月3日(2016.6.3)		、ビルディング、エイ1、ジン、シン
		(74) 代理人	100091982
			弁理士 永井 浩之
		(74) 代理人	100091487
			弁理士 中村 行孝
		(74) 代理人	100082991
			弁理士 佐藤 泰和
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 無鉛、高硫黄、かつ易切削性の銅マンガン合金、およびその調製方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無鉛、高硫黄、易切削性の銅 - マンガン合金であって、前記合金が、質量%で、以下の成分、Cu : 52.0 ~ 95.0 質量%、P : 0.001 ~ 0.20 質量%、Sn : 0.01 ~ 2.0 質量%、Mn : 0.55 ~ 7.0 質量%、S : 0.191 ~ 1.0 質量%、硫黄へのマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有するZn以外の一以上の金属であってそれらの合計含有量2.0 質量%以下の前記金属、ならびに残部としてのZnおよび不可避な不純物からなり、Pbが0.05 質量%以下であり、前記硫黄へのマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有するZn以外の金属が、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、Bi、およびNbであることを特徴とする、銅 - マンガン合金。

10

【請求項 2】

前記合金が、質量%で、以下の成分、Cu : 54.0 ~ 68.0 質量%、P : 0.001 ~ 0.15 質量%、Sn : 0.01 ~ 1 質量%、Mn : 1.5 ~ 4.0 質量%、S : 0.2 ~ 0.6 質量%、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、BiおよびNbから選択される一以上の金属であってそれらの合計含有量1.8 質量%以下の前記金属、ならびに残部としてのZnおよび不可避な不純物からなり、Pbが0.05 質量%以下である、請求項1に記載の銅 - マンガン合金。

【請求項 3】

前記合金が、質量%で、以下の成分、Cu : 56.0 ~ 64.0 質量%、P : 0.001 ~ 0.12 質量%、Sn : 0.001 ~ 0.8 質量%、Mn : 2.0 ~ 3.5 質量%、

20

および  $S : 0.22 \sim 0.40$  質量%、 $Ni$ 、 $Fe$ 、 $W$ 、 $Co$ 、 $Mo$ 、 $Sb$ 、 $Bi$  および  $Nb$  から選択される一以上の金属であってそれらの合計含有量  $1.5$  質量% 以下の前記金属、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 2 に記載の銅 - マンガン合金。

【請求項 4】

前記合金が、質量% で、以下の成分、 $Cu : 57.0 \sim 62.0$  質量%、 $P : 0.001 \sim 0.12$  質量%、 $Sn : 0.01 \sim 0.6$  質量%、 $Mn : 2.0 \sim 3.5$  質量%、 $S : 0.22 \sim 0.40$  質量%、 $Ni : 0.1 \sim 1.2$  質量%、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 3 に記載の銅 - マンガン合金。

10

【請求項 5】

前記合金が、質量% で、以下の成分、 $Cu : 57.0 \sim 62.0$  質量%、 $P : 0.001 \sim 0.08$  質量%、 $Sn : 0.01 \sim 0.4$  質量%、 $Mn : 2.0 \sim 3.5$  質量%、 $S : 0.22 \sim 0.30$  質量%、 $Ni : 0.1 \sim 0.5$  質量%、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 4 に記載の銅 - マンガン合金。

【請求項 6】

前記合金が、質量% で、以下の成分、 $Cu : 74 \sim 90$  質量%、 $P : 0.001 \sim 0.12$  質量%、 $Sn : 5 \sim 20$  質量%、 $Mn : 2.5 \sim 3.5$  質量%、 $S : 0.2 \sim 1.0$  質量%、 $Ni$ 、 $Fe$ 、 $W$ 、 $Co$ 、 $Mo$ 、 $Sb$ 、 $Bi$ 、および  $Nb$  から選択される一以上の金属であってそれらの合計含有量  $2.0$  質量% 以下の前記金属、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 1 に記載の銅 - マンガン合金。

20

【請求項 7】

前記合金が、質量% で、以下の成分、 $Cu : 84 \sim 90$  質量%、 $P : 0.001 \sim 0.12$  質量%、 $Sn : 5 \sim 11$  質量%、 $Mn : 2.5 \sim 3.5$  質量%、 $S : 0.3 \sim 1.0$  質量%、 $Ni$ 、 $Fe$ 、 $W$ 、 $Co$ 、 $Mo$ 、 $Sb$ 、 $Bi$ 、および  $Nb$  から選択される一以上の金属であってそれらの合計含有量  $1.5$  質量% 以下の前記金属、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 6 に記載の銅 - マンガン合金。

30

【請求項 8】

前記合金が、質量% で、以下の成分、 $Cu : 84 \sim 90$  質量%、 $P : 0.001 \sim 0.12$  質量%、 $Sn : 5 \sim 11$  質量%、 $Mn : 2.5 \sim 3.5$  質量%、 $S : 0.4 \sim 0.8$  質量%、 $Ni : 0.1 \sim 1.2$  質量%、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 7 に記載の銅 - マンガン合金。

【請求項 9】

前記合金が、質量% で、以下の成分、 $Cu : 84 \sim 90$  質量%、 $P : 0.001 \sim 0.12$  質量%、 $Sn : 5 \sim 11$  質量%、 $Mn : 2.5 \sim 3.5$  質量%、 $S : 0.4 \sim 0.7$  質量%、 $Ni : 0.1 \sim 0.5$  質量%、ならびに残部としての  $Zn$  および不可避な不純物 からなり、 $Pb$  が  $0.05$  質量% 以下である、請求項 8 に記載の銅 - マンガン合金。

40

【請求項 10】

請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の無鉛、高硫黄、易切削性の銅 - マンガン合金を製造する方法であって、

A.  $Cu$ 、 $Sn$ 、 $Mn$ 、 $P$  および  $Zn$  を順次融解させ、次に、均一に分散させた後、合金構成要素を、水噴霧法もしくはガス噴霧法によって、銅 - マンガン合金粉末へ加工し、または  $Cu$ 、 $Sn$ 、 $P$  および  $Zn$  を順次融解させ、次に、均一に分散させた後、合金構成要素を水噴霧法もしくはガス噴霧法によって、マンガンを含まない銅合金粉末へ加工し、

B. ニッケル粉末、銅 - マンガン合金粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合するか、または、ニッケル粉末、マンガンを含まない銅合金粉末、マンガン粉末、および硫黄に対するマンガンの親和

50

性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し（ただし、前記金属硫化物は、Fe、Co、Ni、Sn、W、Mo、Nb、Cu、Zn、SbおよびBiの11種類の固体金属硫化物である）、

C．次に、上記の混合物へ0.5～1.5質量%の成形剤を加えて、0.4～5時間混合し、均一に分散された粉末を製造し、

D．前記均一に混合された粉末を、圧縮により型取り、次いで、以下の焼結プロセス：還元雰囲気または不活性雰囲気からなる雰囲気において、前記混合した粉末を、1～5時間以内に、室温から680～780の焼結温度へ加熱して成形剤を除去し、次いで、30～120分間680～780で維持する焼結プロセスを施し、

E．前記A～Dの工程により得られた焼結させた銅合金を、500～800MPaで冷間再圧縮により、または200～400MPaで、高速移動するパンチを具備するパンチングマシンを用いた冷間鍛造により、前記焼結した銅合金を処理し、次いで、以下の再焼結プロセス：前記合金を、還元雰囲気または不活性雰囲気からなる雰囲気において、1～3時間かけて室温から820～870の焼結温度へ加熱し、その後、30～120分間、820～870に維持する再焼結プロセスにより再焼結し、

F．前記再圧縮し、再焼結した銅合金を、800～870の温度で熱的に処理する、ことを特徴とする、方法。

#### 【請求項11】

請求項6～9のいずれか一項に記載の無鉛、高硫黄、易切削性の銅-マンガン合金を製造する方法であって、

A．Cu、Sn、MnおよびZnを順次融解させ、次に、均一に分散させた後、合金構成要素を、水噴霧法もしくはガス噴霧法で、銅-マンガン合金粉末へ加工し、またはCu、Sn、PおよびZnを順次融解させ、次に、均一に分散させた後、合金構成要素を水噴霧法もしくはガス噴霧法で、マンガンを含まない銅合金粉末へ加工し、または、Cu、SnおよびZnを順次融解させ、次に、均一に分散させた後、合金構成要素を水噴霧法もしくはガス噴霧法で、マンガンを含まない銅合金粉末へ加工し、

B．ニッケル粉末、銅-マンガン合金粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し、または、ニッケル粉末、マンガンを含まない銅合金粉末、マンガン粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し（ただし、前記金属硫化物は、Fe、Co、Ni、Sn、W、Mo、Nb、Cu、Zn、SbおよびBiの11種類の固体金属硫化物である）、

C．次に、上記の得られた混合物へ0.5～1.5質量%の成形剤を加えて、0.4～5時間混合し、均一に分散された粉末を製造し、

D．A～Cの工程により得られた均一に混合された粉末を、圧縮により型取り、次いで、以下の焼結プロセス：前記混合した粉末を、還元雰囲気または不活性雰囲気からなる雰囲気において、1～5時間以内に、室温から730～770の焼結温度へ加熱して成形剤を除去し、次に、30～120分間730～770で維持する焼結プロセスを施す、ことを特徴とする、方法。

#### 【請求項12】

前記金属硫化物が、CuS、Cu<sub>2</sub>S、ZnS、SnS、NiS、Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、FeS<sub>2</sub>、FeS、WS<sub>2</sub>、CoS、MoS<sub>2</sub>、MoS<sub>3</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>4</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、NbS<sub>2</sub>、およびNbS<sub>3</sub>から選択される、請求項11に記載の方法。

#### 【請求項13】

前記金属硫化物が、CuS、ZnSおよびFeSである、請求項12に記載の方法。

#### 【請求項14】

前記成形剤が、パラフィン粉末またはステアリン酸亜鉛粉末である、請求項10または11に記載の方法。

#### 【請求項15】

前記熱的処理が、熱間型鍛造または熱間押出である、請求項10に記載の方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、金属材料およびその製造方法、特に、無鉛、高硫黄、かつ易切削性の銅マンガ合金、およびその調製方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

鉛黄銅は、それらの冷間および熱間加工性、切削性能、および自己潤滑性における優れた性能のために、様々な形状を有する部品へ容易に機械加工が可能である。鉛黄銅は重要な基本的な金属材料であると通常認識されており、一般人への飲料水供給システム、電気、自動車および機械製造分野において、広範に使用されている。その広範な用途のために、多数の鉛黄銅部品が廃棄されており、ほんの僅かなもののみが再利用され、一方、多くの小さな部品は廃棄されている。土壌に接すると、長期にわたる雨水および大気の影響下で、廃棄された鉛黄銅中の鉛は土壌中に入り、土壌および水を汚染する。廃棄した鉛黄銅をゴミとして燃焼させると、鉛蒸気は大気中へ放出され、人間の健康へ多大な危害を加え、そのため、鉛黄銅の使用は厳格に制限されてきた。鉛は、鉛 - 銅固溶体合金でも鉛銅金属間化合物でもなく、結晶粒界上単体の鉛微小粒子として現れるのが好ましい。飲用水中、不純物およびイオンなどの影響下で、鉛銅合金中の鉛は、イオンの形態で析出し、汚染につながる。現在の鉛銅合金は、環境法の要件を満たすことが困難である。鉛の有害な影響を低減するために、引用水中の黄銅の腐食機構、および元素を添加する場合の黄銅の腐食機構への影響を計画的に研究し、様々な測定を行った。例えば、一方では、少量のスズ、ニッケルまたは他の煩わしい元素を鉛黄銅の腐食耐性を向上するために添加し、その一方では、クロムまたは他の腐食耐性金属を、溶解により可溶性鉛を特定の厚さで鉛黄銅から除去することにより得ることができる鉛黄銅の無鉛表面上に被覆した。根本的に鉛黄銅中の鉛の存在のために、鉛によって引き起こされる有害な影響を排除する方法は無い。鉛によりその切削性能が改善される鉛黄銅は、環境保護法および規制の制約下で、歴史の舞台から徐々に退いてきた。

## 【0003】

世界中の環境法および規制の側面、または技術的もしくは経済的な側面のいずれかから、鉛黄銅を改善する価値はない。唯一の方法は、新しい無鉛銅合金を開発することである。金属、合金および化合物分野の研究は、長期間に渡って蓄積されてきたプロセスであり、それらの特性についての知見は、我々にとって現在は非常に豊富である。Bi、Sb、Mg、P、Si、S、Ca、Te、Seなどを銅合金へ加えることによって、その切削性能を改善することが可能であることは合意されており、多数の関連する特許が世界中で公開されてきた。易切削性鉛黄銅と比較して、現在の全ての易切削性無鉛銅合金は、より高いコストまたは/ならびに低い処理性能または/ならびに冷間および熱間被加工性、切削性能、抗脱亜鉛耐性、アンモニア耐性などの低い適用性が指摘されている。無鉛銅合金の総合的な性能および費用対効果は、鉛黄銅の性能よりも非常に劣っている。ビスマス、銅合金の切削性能を改善するために用いることができるが、ビスマスの高い質量分率を有する銅合金は、その高い価格のために市場では受け入れられない。ビスマスの低い質量分率を有する銅合金は、良好な切削性能を有するが、鉛黄銅と比較すると依然として大きな差がある。一方、これまでに、ビスマスイオンのヒトの健康への影響については明確になっておらず、その副作用も確定的ではなく、そのためビスマス黄銅は、いくつかの国および地域では受容されていない。また、その供給源が限られているため、ビスマスを含む易切削性鉛 - 銅合金の主な代替成分としては、ビスマスを使用することができないのは事実である。銅合金は、ビスマスを加えた後であっても、脆い傾向を有しており、特に熱間作業性において、圧力処理性能を深刻に低下させる。再利用されたビスマス含有銅合金は、銅加工産業への脅威となり得、再利用の価値を著しく低減し、このことは、容易切削性ビスマス含有銅合金の市場促進にとって不利である。アンチモンは、人体への毒性は最小限な元素である。その水中の浸出濃度は、厳格に制限されている。良好な切削性能を有するに

10

20

30

40

50

もかわらず、アンチモン黄銅の使用は制限されている。アンチモン黄銅のあまり望ましくない熱間作業性およびアンチモンの高い価格のために、アンチモン黄銅は市場促進にとって不利である。マグネシウムは、黄銅の切削性を明らかに改善することが可能であるが、その質量分率は過度とすることはできない。マグネシウムの質量分率が0.2重量%よりも高くなると、Mg-黄銅の伸長は減少し得、マグネシウムの質量分率が増加するとその減少率は迅速に増加し、このことは、Mg-黄銅の適用には不利である。マグネシウムは、焼損の大きな元素であり、Mg黄銅のマグネシウムの質量分率制御は、大きな課題である。硫黄を添加した後黄銅の切削性能は改善され得るが、その可塑性は減少し得、低圧下で鑄造する際の熱間亀裂傾向は上昇し得る。そのため、硫黄の添加量および硫黄黄銅の適用は厳格に制限されている。スズ、テルル、およびセレンの高い価格のために、スズ、10  
テルルおよびセレンを含有する黄銅は、市場に広く促進することが困難である。スズは、ほとんど銅合金の切削性能を改善することはできない。ケイ素黄銅についての2つの発行された特許がある。1つは、低Znケイ素合金、例えばC69300であり、これは銅の高い質量分率、高密度および高価格のため、市場シェアは小さい。もう1つは、高Znケイ素黄銅であり、その切削性能は低い。硫黄は、その低い融点(113)および低い沸点(445)のため、銅合金へ添加すると容易に周辺環境を汚染し得、今日のますます厳格になる環境規制における汚染排除の要件を満たさない。したがって、これもまた市場10  
売買および適用には極めて望ましくない。マンガ、硫黄を含まない銅合金中で、硫黄は、通常、低融点共晶の形態で結晶粒界に存在する。そのため、銅合金は、熱に脆く、容易に切削性硫黄銅合金を熱加工するのは困難である。加えて、その費用は比較的高い。硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する硫黄または硫化物を黄銅融解物へ加える場合、硫黄または硫化物が、硫黄融解物中のマンガと反応し、銅合金融解物中にスラグとして浮かび、硫黄の切削性を低減し得、また完全に消滅させてしまうこともある。黄銅中のZnの質量分率は高い。Znは典型的な揮発性金属であり、黄銅融解物中のマンガおよび硫黄間の反応生成物である、硫化マンガは、容易にガス状Znにより誘導物の表面へ運ばれる。さらに、スピットファイアー(spitfire)技術が、通常、炉から取り出した後、通常黄銅を脱気するために使用され、これによって、反応した硫化マンガ10  
スラグが融合物の表面へ運ばれ、スラグの形態で除去される。これは、マンガおよび硫黄が、黄銅鑄物中に共存するのが困難である重要な理由のうちの一つである。中国特許第201110035313.7号は、実験室では小さなインゴットは良好な切削性を有するが、請求項3において言及されている要件である、「Znを迅速に加え、その後直ぐにインゴットへ鑄造する」という要件は、工業的な大規模の製造には適合し得ない。硫化マンガ生成物の切削性は、炉内で銅合金融合物の持続期間中に迅速に低下し、最終的には完全に消失すらしてしまう。さらに、硫黄の質量分率の増加に伴い、硫化マンガ生成物は増加し、対応するスラグはより早く浮かび、その切削性能はより迅速に低下する。銅マンガ合金硫化物の容易切削メカニズムによると、銅合金の処理および適用の明確な悪化が無い条件下で、硫黄の質量分率が高い程、多くの硫化マンガが生成され、銅合金の切削性能が良好になる。しかし、銅合金を鑄造すると、融合された塊から硫化マンガがより容易に浮き上がり、その切削性能の改善の影響は、より迅速に低下する。高硫黄銅マンガ合金は、鑄造により製造することができないと結論付けられ得る。多元素合金の方法は、主として銅合金の切削性能を改善するために使用され、例えば、組合せた元素を銅合金へ加えた。しかし、実際には、切削性能を改善することができる多くの元素を加えることが理想的な方法ではないことが証明されている。一方、元素間の相互作用により銅合金の切削性能が低減し得る。一方、銅合金は、結合性元素の添加により強化され得、銅合金の強度および硬度を増加させ、銅合金の圧力処理性および機械加工性を減少させる。さらに、多数の稀有元素および高価な元素を加えることにより合金の価格も上昇し得、これもまた市場売買および適用には望ましくない。銅合金の処理および適用を改善するためには、依然として結合性元素の添加には制限がある。

#### 【0004】

鉛銅合金は、多くの場合、油を含む自己潤滑性ベアリングとして使用されていたが、取

10

20

30

40

50

って代わられる運命にある。グラファイトは優れた潤滑性能を有し、広く使用されている潤滑剤の一つであるため、グラファイトもまた銅合金に加えられる。鉛のように、グラファイトは銅中においてほとんど固体溶解性ではなく、その銅との境界面は、冶金結合ではなく機械的係合であり、低いグラファイト自己潤滑性ベアリングの強度をもたらし、高負荷であり、かつ高速である環境の要件を満たすことができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】中国特許第201110035313.7号

【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

切削性能、熱鋳造、研磨および鍍金などの優れた性能を有するのみならず、また高強度、抗-脱亜鉛耐性、アンモニア耐性および自己潤滑特性などの優れた適用性も有する、新規な無鉛、易切削性銅合金が緊急に必要とされている。本発明は、これらの考慮の下で開発された。

【発明を実施するための形態】

【0007】

発明の開示

本発明は、高性能無鉛易切削性銅合金、およびその調製方法に関する。特に断りの無い限り、本出願における構成成分は、重量パーセントでの構成成分を指す。合金は、以下の重量パーセントでの構成成分：Cu：52.0～95.0重量%、P：0.001～0.20重量%、Sn：0.01～20重量%、Mn：0.55～7.0重量%、S：0.191～1.0重量%、マンガンの硫黄への親和性よりも低い硫黄への親和性を有するZn以外の一個以上の金属：それらの成分の合計で2.0重量%以下、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

20

【0008】

マンガンの硫黄への親和性よりも低い硫黄への親和性を有するZn以外の金属は、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、BiおよびNbである。

【0009】

30

本発明の最適化として、合金は、以下の重量パーセントでの構成成分、Cu：54.0～68.0重量%、P：0.001～0.15重量%、Sn：0.01～1重量%、Mn：1.5～4.0重量%、S：0.2～0.6重量%、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、Biおよび/またはNbから選択される一個以上の金属：合計で1.8重量%以下、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0010】

さらに、合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：56.0～64.0重量%、P：0.001～0.12重量%、Sn：0.01～0.8重量%、Mn：2.0～3.5重量%、およびS：0.22～0.40重量%、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、Biおよび/またはNbから選択される一個以上の金属：合計で1.5重量%以下、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

40

【0011】

さらに、合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：57.0～62.0重量%、P：0.001～0.12重量%、Sn：0.01～0.6重量%、Mn：2.0～3.5重量%、およびS：0.22～0.40重量%、Ni：0.1～1.2重量%、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0012】

さらに、合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：57.0～62.0重量%、P：0.001～0.08重量%、Sn：0.01～0.4重量%、Mn：2.0～3.5重

50

量%、およびS：0.22～0.30重量%、Ni：0.1～0.5重量%、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0013】

合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：74.0～90.0重量%、P：0.001～0.12重量%、Sn：5～20重量%、Mn：2.5～3.5重量%、およびS：0.2～1.0重量%、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、Biおよび/またはNbから選択される一個以上の金属：合計で2.0重量%以下、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0014】

さらに、合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：84～90重量%、P：0.001～0.12重量%、Sn：5～11重量%、Mn：2.5～3.5重量%、S：0.3～1.0重量%、Ni、Fe、W、Co、Mo、Sb、Biおよび/またはNbから選択される一個以上の金属：合計で1.5重量%以下、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0015】

さらに、合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：84～90重量%、P：0.001～0.12重量%、Sn：5～11重量%、Mn：2.5～3.5重量%、S：0.4～0.8重量%、Ni：0.1～1.2重量%、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0016】

さらに、合金は、以下の重量%での構成成分、Cu：84～90重量%、P：0.001～0.12重量%、Sn：5～11重量%、Mn：2.5～3.5重量%、S：0.4～0.7重量%、Ni：0.1～0.5重量%、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物、を含んでなり、Pbは0.05重量%以下である。

【0017】

スズの質量分率が5重量%未満であるとき、本発明の無鉛易切削性銅合金のプロセスは、以下の通りである。

Cu、Sn、Mn、PおよびZnを順次融解させ、その後、均一に分散させ、次に、合金構成要素を、水噴霧法もしくはガス噴霧法で、銅-マンガン合金粉末へ加工し、またはCu、Sn、PおよびZnを順次融解させ、その後、均一に分散させ、次に、合金構成要素を水噴霧法もしくはガス噴霧法で、マンガンを含まない銅合金粉末へ加工し；

ニッケル粉末、銅-マンガン合金粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し、またはニッケル粉末、マンガンを含まない銅合金粉末、マンガン粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し；

次に、上記の混合物へ0.5～1.5重量%の成形剤を加えて、全ての構成された粉末をミキサーへ入れて、0.4～5時間混合し、均一に分散された粉末を製造し；

上記の工程により得られた均一に混合された粉末を、圧縮により型取り、次に、以下の焼結プロセスにより焼結する；前記混合した粉末を、1～5時間以内に、室温から680～780へ加熱して成形剤を除去し、次に、30～120分間、680～780で維持し、焼結大気が還元大気または不活性大気であり；

焼結させた銅合金を、500～800MPaで冷間再圧縮により、または200～400MPaで、高速移動するパンチを具備するパンチングマシンを用いた冷間鍛造により、焼結した銅合金を処理し、その後、以下の：合金を、1～3時間かけて室温から820～870の焼結温度へ加熱し、その後、30～120分間820～870に維持し、焼結大気が還元大気または不活性大気である、再焼結プロセスにより再焼結し；

再圧縮し、再焼結した銅合金を、800～870の温度で熱的に処理した。

【0018】

前記金属硫化物は、固体金属硫化物である。

【0019】

10

20

30

40

50

前記金属硫化物は、Fe、Co、Ni、Sn、W、Mo、Nb、Cu、Zn、SbおよびBiの11種類の金属硫化物である。

【0020】

前記金属硫化物は、CuS、Cu<sub>2</sub>S、ZnS、SnS、NiS、Fe<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、FeS<sub>2</sub>、FeS、WS<sub>2</sub>、CoS、MoS<sub>2</sub>、MoS<sub>3</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>4</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>5</sub>、Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>、NbS<sub>2</sub>、およびNbS<sub>3</sub>である。

【0021】

前記鍛造(hot work)は、熱間型鍛造、または熱間押出である。

【0022】

スズの質量分率が5重量%以上であるとき、無鉛容易切削性銅合金のプロセスは、以下の通りである。

10

Cu、Sn、MnおよびZnを順次融解し、次に、均一に分散させた後、合金構成要素を、水噴霧法もしくはガス噴霧法で、銅-マンガン合金粉末へ加工し、またはCu、SnおよびZnを順次融解させ、その後、均一に分散させ、次に、合金構成要素を水噴霧法もしくはガス噴霧法で、マンガンを含まない銅合金粉末へ加工し；

ニッケル粉末、銅-マンガン合金粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し、またはニッケル粉末、マンガンを含まない銅合金粉末、マンガン粉末、および硫黄に対するマンガンの親和性よりも低い硫黄への親和性を有する一種以上の金属硫化物を混合し；

次に、上記の混合物へ0.5~1.5重量%の成形剤を加えて、0.4~5時間混合し、均一に分散された粉末を製造し；

20

上記の工程により得られた均一に混合された粉末を、圧縮により型取り、次に、以下の焼結プロセスにより焼結する；前記混合した粉末を、1~5時間以内に、室温から730~770℃へ加熱して成形剤を除去し、次に、30~120分間

【0023】

前記成形剤は、パラフィン粉末、またはステアリン酸亜鉛粉末である。

【0024】

引張強度、切削性能、抗脱亜鉛腐食、およびアンモニア応力腐食抵抗性のための試験サンプルを、熱間押出ロッドから採取した。曲げ強度、伸長の試験は、焼結したスズ-銅系自己潤滑性銅合金から採取することにより実施した。摩耗試験のためのサンプルは、焼結したスズ-銅系自己潤滑性銅合金から採取し、試験を行う前に1時間、90℃で熱油に浸漬した。

30

【0025】

熔融した銅中の鉛の溶解度は高いが、室温で固体の銅合金中の溶解度はほとんどゼロである。融解した鉛黄銅を固形化すると、微小球形粒子として、黄銅の結晶粒界中に、時には晶質の内側に分散した。鉛は、脆くて柔らかく、ほんの327.5℃の融点を有する。鉛黄銅の切削により生じた摩擦熱は、更に、鉛粒子を柔軟にし得る。鉛黄銅を切削すると、鉛粒子は、黄銅中に存在する孔に対応するように分散し、これによって応力集中につながり得、いわゆる切欠効果をもたらす、結果的にこのチップは壊れやすくなる。さらに、黄銅およびチップの接触部分において、鉛は、切削作業により生じた熱のために瞬時に融解し得、これによりチップの形状の変化がもたらされ、切削ツールを滑りやすくし、刃の摩滅を最小化することに寄与する。したがって、鉛は、チップの形状変化、チップの分割、結合性および溶接性の低減、ならびに容易切削性黄銅の切削プロセス中の切削速度の改善に寄与する。鉛は、切削効率を大幅に向上させ得、切削ツールの寿命を改善させ得、表面の粗さを減少させ、切削表面をなめらかにする。製造された容易切削性銅合金における特性およびその状態は、切削性能における決定的な役割を果たすことにつながる。自己潤滑性鉛-銅合金中の鉛はまた、柔らかくて脆いため、摩擦の低減にも役割を果たす。グラファイト自己潤滑性銅合金中のグラファイト動作機構は、鉛と同様である。本発明において、マンガンおよび金属硫化物を、両方ともに銅合金へ加えた。焼結プロセスの間、マンガンの活性は、加えられた金属硫化物の金属よりも高いため、加えられた硫化物は、マ

40

50



ンガンと反応し、マンガン硫化物、またはマンガン硫化物および他の硫化物の混合物を生成する。in situで硫化することにより得られた硫化物は、主にマンガン硫化物であり、銅合金粒子とのその結合性は、典型的には金属結合であり、コヒーレント、またはセミコヒーレントで高い強度のインターフェイスを備える。in situで得られた硫化物は、層構造を有する。その構造はグラファイトの構造と類似しているが、その硫化物は柔軟でなめらかでもある。銅合金中のマンガンは銅合金中の穴に対応し、そこに応力を集中させ、いわゆる切欠効果をもたらし、そのチップを壊れやすくする。マンガン硫化物のチップ破壊のメカニズムは、鉛 - 銅合金中の鉛の破壊のメカニズムと同じである。製造された硫化物の粒子は切削ツールを潤滑にする効果を有し、また切削頭の摩滅を低減することが可能であるため、大幅に切削効率を向上させることが可能である。得られたマンガン硫化物粒子は、きれいなインターフェイスおよび高い結合強度を有しながら銅合金粒子と良好に結合する。しかしながら、グラファイト自己潤滑性銅合金中のグラファイト粒子は、そのような利点を有していない。結果として、自己潤滑性銅合金は、良好な潤滑性を有するだけではなく、グラファイト自己潤滑性銅合金の強度よりも高い強度も有する。

#### 【0026】

一般的に、硫黄は脱酸素の役割を果たすと考えられている。硫黄は、銅合金の鑄造および溶接性能を改善し、ケイ素、スズおよびマグネシウムなどの有益な元素の損失を低減し、黄銅の粒子を精製する。本発明において、加えた硫黄の質量分率を0.001~0.20重量%に制御し、硫黄は主に、焼結プロセスにおいて銅合金粉末の融点を下げ、焼結を活性化するために用いられる。

#### 【0027】

発明の利点：無鉛、高硫黄、容易切削性マンガン銅合金は、切削および熱間鍛造などの優れたプロセス性能を有するのみならず、高い強度、抗脱亜鉛性、アンモニア耐性、艶出し、電気めっき、および自己潤滑性などの優れた有用性もまた有する。再圧縮および再焼結した後の黄銅は、熱間鑄造、熱間押出および他の熱間作業性能の良好な性能を有する。熱間押出した黄銅は、良好な切削性能および高い強度を有する。ISO 6509:1981「金属の腐食、および黄銅の抗脱亜鉛耐性腐食」によると、熱間押出した黄銅は、高い抗脱亜鉛性能を有する。GB/T 10567.2-2007「残留応力 - アンモニア試験の鍛造した銅および銅合金検出」によると、アンモニア濃度が14%であるとき、亀裂なしで黄銅がアンモニアの蒸気に曝される最大時間は、16時間である。本発明の銅 - スズ合金系自己潤滑性銅合金の曲げ加工強度、および伸長は、それぞれ、グラファイト自己潤滑性銅合金のそれらの、最大111%、および最大116%に等しい。銅合金の組成は単純であり、鉛、カドミウム、水銀およびヒ素などの有害な元素は含んでおらず、一方、その製造プロセスにおいても汚染がない。本発明の銅合金は、クロムを含まず、ビスマス、アンチモン、または合金設計による他の元素なしで製造することが可能であり、これは、浴室および多数の工業における有害元素の浸出の厳格な要件を満たすことが可能である。

#### 【0028】

本発明を実施するためのベストモード

##### 実施例 1

銅合金は、以下の成分を以下の重量%で含む：Cu：54.0重量%、P：0.11重量%、Sn：0.011重量%、Mn：0.6重量%、ならびに残部のZnおよび不可避免な不純物。粉末の質量分率は、以下の通りである：硫黄粉末は、その質量分率がそれぞれ0.80重量%および0.30重量%である銅硫黄粉末およびZn硫黄粉末の混合物であり、ニッケル粉末の質量分率は2.0重量%であり、パラフィン粉末の成形剤の質量分率は0.5重量%であり、残部は前記銅 - マンガン合金粉末である。粉末の混合時間は4.0時間である。均一に混合された粉末は、圧縮により型取りし、その後、焼結炉で焼結した。焼結プロセスは以下の通りである：前記混合した粉末を5時間以内に680℃まで加熱して成形剤を除去し、その後680℃に100分間維持し、前記焼結大気は不活性大気である。その後、室温まで水により冷却した。焼結した黄銅ロッドを500MPaで再圧縮し、その後再焼結した。再焼結プロセスは以下の通りである：ロッドを3時間以内に室

10

20

30

40

50

温から820℃へ加熱し、その後120分間820℃に維持し、焼結大気は不活性大気である。再焼結した黄銅を、熱間押出比120で800℃で熱間押出した。引張強度、切削性能、抗-脱亜鉛腐食およびアンモニア耐性応力腐食の試験のためのサンプルを、熱間押出ロッドから採取した。結果は、銅合金の切削性能は、鉛黄銅の切削性能の77%と等しく、引張強度は599.0MPa、降伏強度は329.5MPa、脱亜鉛腐食層の平均厚さは192.2μm、最大脱亜鉛層の厚さは329.9μmであり、16時間アンモニアの蒸気に曝した後でも亀裂はなかった。

#### 【0029】

##### 実施例2～実施例33

実施例2～33における銅合金粉末の化学的組成を表1に示す。実施例2～33の粉末の質量分率を表2に示す。実施例2～33のプロセスパラメータを表3に示す。実施例2～33の銅合金の特性を表4に示す。

10

#### 【0030】

##### 実施例34

銅-マンガン合金粉末の質量分率は以下の通りである：Cu：88.0重量%、Sn：10.0重量%、Mn：1.5重量%、ならびに残部のZnおよび不可避な不純物。粉末の質量分率は以下の通りである：硫黄粉末は、それぞれ0.2重量%の硫化物の質量分率で、CuS、Cu<sub>2</sub>S、ZnS、SnS、NiS粉末の混合物である。ニッケル粉末の質量分率は、0.3重量%である。パラフィン粉末の成形剤の質量分率は1.2重量%である。残部は、前記銅-マンガン合金粉末である。粉末の混合時間は、2.0時間である。混合された粉末を、圧縮により型取り、その後焼結炉で焼結した。焼結プロセスは以下の通りである：前記混合された粉末を、2時間以内に室温から750℃の焼結温度まで加熱して成形剤を除去し、その後60分間750℃に維持し、焼結大気は還元型大気である。その後、水によりそれを室温まで冷却した。摩擦および摩耗のためのサンプルを、90℃の熱油に1時間浸漬した。結果は、無鉛自己潤滑性銅合金の摩擦係数は、グラファイト自己潤滑性銅合金の摩擦係数の96%に等しく、その摩耗損失はグラファイト自己潤滑性銅合金の摩耗損失の95%に等しいことを示した。機械的特性の結果は、無鉛自己潤滑性銅合金の引張強度および伸長は、それぞれ、グラファイト自己潤滑性銅合金のものの110%および116%に等しいことを示した。

20

#### 【0031】

##### 実施例35～42

実施例35～42における銅合金粉末の化学的組成を表1に示す。実施例35～42の粉末の質量分率を表2に示す。実施例35～42のプロセスパラメータを表3に示す。実施例2～33の摩擦および摩耗サンプルを1時間90℃の熱油に浸漬し、対応する銅合金の特性を表5に示す。

30

#### 【0032】

【表 1】

[表 1] 全ての実施例における、銅合金粉末の化学的組成

実施例	Cu/%	Mn/%	P/%	Sn/%	Zn/%
1	54.0	0.6	0.11	0.011	残部
2	54.0	1.5	0.12	0.012	残部
3	54.0	3.5	0.13	0.013	残部
4	54.0	7.0	0.09	0.014	残部
5	59.0	5.0	0.12	0.015	残部
6	59.0	3.0	0.08	0.016	残部
7	59.0	2.5	0.16	0.017	残部
8	59.0	1.5	0.10	0.018	残部
9	64.0	—	0.15	0.019	残部
10	64.0	—	0.12	0.011	残部
11	64.0	—	0.11	0.011	残部
12	64.0	—	0.09	0.011	残部
13	70.0	—	0.15	0.011	残部
14	70.0	—	0.12	0.011	残部
15	70.0	—	0.14	0.011	残部
16	70.0	—	0.12	0.011	残部
17	52.0	0.5	0.05	0.011	残部
18	54.0	1.5	0.05	0.011	残部
19	54.0	3.5	0.05	0.011	残部
20	54.0	7.0	0.05	0.011	残部
21	59.0	5.0	0.05	0.011	残部
22	59.0	3.0	0.05	0.011	残部
23	59.0	2.5	0.05	0.011	残部
24	59.0	1.5	0.05	0.011	残部
25	64.0	—	0.05	0.011	残部
26	64.0	—	0.05	0.011	残部
27	64.0	—	0.05	0.011	残部
28	64.0	—	0.09	0.011	残部
29	70.0	—	0.05	0.011	残部
30	70.0	—	0.05	0.011	残部
31	80.0	—	0.04	0.011	残部
32	88.0	—	0.03	0.011	残部
33	58.0	6.0	0.03	0.011	残部
34	88	1.5	—	10.0	残部
35	88	1.0	—	9.0	残部
36	88	0.6	—	11.0	残部
37	88	1.5	—	10.0	残部
38	77	0.6	—	20.0	残部
39	77	1.0	—	19.0	残部
40	77	1.0	—	21.0	残部
41	77	—	—	20.0	残部
42	88	1.0	—	5.5	残部

「—」は、元素を加えなかったことを示す。

【表 2】

[表 2] 全ての実施例における粉末の質量分率

実施例	硫化物	Ni 粉末	加えた 結合剤	Mn 粉末	銅合金 粉末
1	CuSO. 80, ZnSO. 30	2.0	0.5	—	残部
2	ZnSO. 40, FeS <sub>2</sub> O. 10, MoS <sub>3</sub> O. 10	1.8	1.5	—	残部
3	CuSO. 1, Sb <sub>2</sub> S <sub>4</sub> O. 1, Sb <sub>2</sub> S <sub>5</sub> O. 1, Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 1, Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 1, NbS <sub>2</sub> O. 1, Nb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 30の混合粉末	1.2	0.8	—	残部
4	NiSO. 30, ZnSO. 30	0.8	1.0	—	残部
5	SnSO. 40, ZnSO. 60	0.3	0.6	—	残部
6	Cu <sub>2</sub> S1. 50, ZnSO. 60	0.3	1.0	—	残部
7	ZnS1. 20	0.3	1.2	—	残部
8	CuS1. 00, ZnSO. 30	0.3	0.9	—	残部
9	Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 80, ZnO. 30	0.3	1.2	3.0	残部
10	FeSO. 70, ZnSO. 30	0.3	1.2	2.0	残部
11	WS1. 80, ZnSO. 30	0.3	0.8	1.0	残部
12	CoS2. 00, ZnSO. 30	0.3	1.2	3.0	残部
13	MoS <sub>2</sub> 1. 80, ZnSO. 30	0.2	1.0	2.0	残部
14	WSO. 30, Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 30, CuSO. 30 の混合粉末	0.2	1.2	2.0	残部
15	SnSO. 10, NiSO. 10, Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 10, FeSO. 10, WSO. 10, CoSO. 10, MoS <sub>2</sub> O. 10, CuSO. 10, ZnSO. 30の混合粉末	0.2	1.1	3.5	残部
16	CuSO. 20, Cu <sub>2</sub> S0. 20, ZnSO. 20, SnSO. 20, NiSO. 20, Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> O. 20, FeSO. 20の混合粉末	0.2	1.2	3.5	残部
17	CuSO. 60, ZnSO. 30	0.3	0.5	—	残部
18	CuS1. 07, ZnSO. 30	0.8	1.5	—	残部
19	CuS1. 55, ZnSO. 30	0.8	0.8	—	残部
20	CuS2. 03, ZnSO. 30	0.3	1.0	—	残部
21	CuSO. 60, ZnSO. 30	0.5	0.6	—	残部
22	CuS1. 07, ZnSO. 30	0.1	1.0	—	残部
23	CuS1. 55, ZnSO. 30	0.1	1.2	—	残部
24	CuS2. 03, ZnSO. 30	0.5	0.9	—	残部
25	CuSO. 60, ZnSO. 30	0.1	1.2	3.0	残部
26	CuS1. 07, ZnSO. 30	0.5	1.2	2.0	残部
27	CuS1. 55, ZnSO. 30	0.5	0.8	1.0	残部
28	CuS2. 03, ZnSO. 30	0.1	1.2	3.0	残部
29	CuSO. 60, ZnSO. 30	0.8	1.0	2.0	残部
30	CuS1. 07, ZnSO. 30	0.3	1.2	2.0	残部
31	CuS1. 55, ZnSO. 30	0.3	1.1	3.5	残部
32	CuS2. 03, ZnSO. 30	0.8	1.2	3.5	残部
33	ZnSO. 90	0.3	0.5	—	残部
34	CuSO. 20, Cu <sub>2</sub> S0. 20, ZnSO. 20, SnSO. 20, NiSO. 20 の混合粉末	0.3	1.2	—	残部
35	ZnS1. 00	0.3	1.1	—	残部

10

20

30

40

36	ZnS1. 40	0. 3	1. 0	—	残部
37	NiSO. 50, ZnSO. 30	0. 3	1. 2	—	残部
38	CuS1. 00, ZnSO. 30	0. 3	1. 1	—	残部
39	WS1. 80, ZnSO. 30	0. 3	1. 2	—	残部
40	Fe <sub>2</sub> S <sub>3</sub> 2. 00, ZnSO. 30	0. 3	1. 0	—	残部
41	MoS <sub>2</sub> 1. 00, ZnSO. 30	0. 3	0. 9	0. 6	残部
42	CuS1. 55, ZnSO. 30	0. 3	0. 6	—	残部

—は粉末を加えなかったことを示す。

【表 3】

[表 3] 全ての実施例における銅合金の製造パラメータ

実施例	混合時間 /時間	焼結温度 /℃	加熱時間 /時間	保持時間 /分	焼結 雰囲気	再焼結 温度/℃	加熱時間 /時間	保持時間 /分	焼結 雰囲気	再圧縮 圧力/MPa	冷間型 鍛造圧/MPa	熱間押出 温度/℃
1	4	680	5	100	不活性	820	3	120	不活性	500	-	800
2	2	680	3	100	不活性	840	2	105	不活性	600	-	810
3	4	680	5	100	還元	860	2	60	還元	800	-	820
4	2	680	5	100	還元	870	1	30	還元	700	-	830
5	4	680	2	100	還元	860	2	90	還元	700	-	840
6	3	680	3	100	還元	860	2	90	還元	700	-	850
7	4	680	2	100	還元	860	2	90	還元	700	-	860
8	2	680	2	100	還元	860	2	90	還元	700	-	870
9	3	730	2	80	還元	860	2	90	還元	700	-	830
10	1	730	2	80	還元	860	2	90	還元	700	-	830
11	2	730	2	80	還元	860	2	90	還元	700	-	830
12	1	730	2	80	還元	860	2	90	還元	700	-	830
13	2	780	1	60	還元	860	2	90	還元	700	-	830
14	2	780	2	60	還元	860	2	90	還元	700	-	830
15	3	780	2	60	還元	860	2	90	還元	700	-	830
16	2	780	2	60	還元	860	2	90	還元	-	200	830
17	4	680	5	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
18	2	680	3	100	還元	860	2	90	還元	-	400	830
19	4	680	5	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
20	2	680	5	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
21	4	680	1	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
22	3	680	3	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
23	4	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
24	2	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
25	3	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
26	1	680	4	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
27	2	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
28	1	680	4	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830

10

20

30

40

29	2	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
30	2	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
31	3	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
32	2	680	2	100	還元	860	2	90	還元	-	300	830
33	2	780	3	100	還元	870	2	90	還元	-	400	800
34	2	750	2	60	還元	-	-	-	-	-	-	-
35	2	740	2	90	還元	-	-	-	-	-	-	-
36	3	730	2	120	還元	-	-	-	-	-	-	-
37	2	770	2	45	還元	-	-	-	-	-	-	-
38	3	740	2	75	還元	-	-	-	-	-	-	-
39	2	730	2	90	還元	-	-	-	-	-	-	-
40	2	760	2	45	還元	-	-	-	-	-	-	-
41	2	750	2	60	還元	-	-	-	-	-	-	-
42	2	760	2	90	還元	-	-	-	-	-	-	-

「-」は、プロセスなしを示す。

10

20

30

40

【表 4】

[表 4] 実施例 1～33 における性能

実施例	熱間 押出	対応する 鉛黄銅の 切削性能 /%	引張強度 /MPa	降伏強度 /MPa	平均脱 亜鉛層 厚/ $\mu\text{m}$	最大脱 亜鉛層 厚/ $\mu\text{m}$	アンモニアの蒸気 へ曝した後の 亀裂なしの時間 /時間
1	120	77	599.0	329.5	192.2	329.9	16
2	120	82	624.0	331.7	168.4	296.6	16
3	120	86	574.1	313.8	195.7	338.1	16
4	126	80	554.1	299.5	182.6	321.5	16
5	120	85	614.0	336.4	176.3	310.4	16
6	120	88	604.0	328.9	144.5	257.2	16
7	120	86	439.3	241.2	197.3	341.8	8
8	110	85	429.3	223.1	200.5	343.7	8
9	110	83	579.2	315.3	181.1	318.3	16
10	110	84	603.9	332.1	188.8	329.8	16
11	110	83	588.7	311.2	174.9	307.6	16
12	110	84	579.4	308.2	173.0	304.9	16
13	110	85	574.5	304.9	168.4	299.2	16
14	110	83	539.3	277.1	178.0	307.6	16
15	110	83	479.6	253.7	198.9	341.2	8
16	110	87	449.9	229.5	202.1	349.5	8
17	100	87	664.9	354.2	154.3	476.4	16
18	100	82	458.5	215.7	196.2	457.8	16
19	100	86	583.5	290.8	180.4	258.9	16
20	100	80	426.0	202.3	234.8	398.4	8
21	100	85	516.5	237.2	189.4	301.8	16
22	100	88	609.6	337.7	179.9	293.1	6
23	100	86	454.1	219.1	169.5	341.8	16
24	100	85	391.2	220.7	176.6	230.6	16
25	100	83	613.1	300.9	190.7	386.9	16
26	75	84	579.4	347.0	162.6	205.1	16
27	100	83	657.7	353.2	167.0	296.0	10
28	100	84	355.1	137.7	191.2	371.6	16
29	100	85	375.8	155.2	203.6	317.8	12
30	100	83	403.8	174.8	156.7	250.9	16
31	100	83	363.7	150.7	208.0	337.8	16
32	100	87	377.2	185.9	193.3	321.5	16
33	100	89	676.3	359.8	140.1	199.8	16

10

20

30

40



【表 5】

[表 5] 実施例 34～42 における性能

実施例	グラファイト自己潤滑性銅合金の対応する摩擦係数/%	グラファイト自己潤滑性銅合金の対応する摩耗損失/%	グラファイト自己潤滑性銅合金の対応する引張強度/%	グラファイト自己潤滑性銅合金の対応する伸長/%
34	96	95	110	116
35	97	95	108	114
36	95	94	109	115
37	95	93	111	117
38	94	94	110	114
39	97	96	107	114
40	97	96	107	113
41	97	97	108	113
42	97	96	111	116

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
 B 2 2 F 3/20 (2006.01) B 2 2 F 3/20 A

(74)代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟

(74)代理人 100120617

弁理士 浅野 真理

(74)代理人 100126099

弁理士 反町 洋

(72)発明者 ファン、ジンソン

中華人民共和国フナン、イアン、ハイ - テク、ディストリクト、パイオニア、パーク、ビルディング、エイ 1

(72)発明者 リウ、ビン

中華人民共和国フナン、イアン、ハイ - テク、ディストリクト、パイオニア、パーク、ビルディング、エイ 1

(72)発明者 リ、ウェイ

中華人民共和国フナン、イアン、ハイ - テク、ディストリクト、パイオニア、パーク、ビルディング、エイ 1

(72)発明者 チェン、ジョン

中華人民共和国フナン、イアン、ハイ - テク、ディストリクト、パイオニア、パーク、ビルディング、エイ 1

(72)発明者 ペン、タオ

中華人民共和国フナン、イアン、ハイ - テク、ディストリクト、パイオニア、パーク、ビルディング、エイ 1

審査官 河野 一夫

(56)参考文献 中国特許出願公開第 1 0 2 6 3 4 6 8 8 ( C N , A )

特開 2 0 0 5 - 1 3 3 1 3 0 ( J P , A )

中国特許出願公開第 1 5 5 6 2 3 4 ( C N , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 2 2 C 9 / 0 0 - 9 / 1 0

B 2 2 F 1 / 0 0

B 2 2 F 3 / 2 0