

# 銅と銅合金

第45巻1号 2006年

## 目次

### [特別講演]

金属ナノ粒子による銅配線技術 .....			1
ハリマ化成(株) 筑波研究所	取締役所長・工博	松 葉 頼 重	
ハリマ化成(株) 筑波研究所	研 究 主 任	寺 田 信 人	
ハリマ化成(株) 筑波研究所	研 究 主 任	伊 東 大 輔	
銅箔の技術動向とその応用分野 .....			6
日鉱金属(株) 技術開発センター	主 任 技 師	小 野 俊 之	
日鉱金属(株) 技術開発センター	主 任	洗 川 智 洋	
日鉱金属(株) 技術開発センター	主 任	中 室 嘉 一 郎	
高効率熱交換器用銅管の技術動向 (伝熱管調査小委員会) .....			11
住友軽金属工業(株) 研究開発センター	主任研究員・工博	佐々木 直 栄	
住友軽金属工業(株) 研究開発センター	次 長	渥 美 哲 郎	
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長	石 橋 明 彦	
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長 補 佐	高 橋 宏 行	
古河電気工業(株) 金属カンパニー 技術部	管事業担当部長	国 枝 博	
古河電気工業(株) 金属カンパニー 技術部 商品開発室		山 本 孝 司	
日立電線(株) 高機能材料事業本部 伸銅製造統括部	マネージャー	法 福 守	

### [研究論文]

#### 《機械的性質》

Cu-4.0mass%Ni-0.95mass%Si-0.02mass%P合金の機械的特性の改善 .....			16
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	助手・博(工)	渡 邊 千 尋	
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	大 学 院 生	宮 腰 勝	
金沢大学 工学部 機能機械工学科	学 生	西 嶋 文 哉	
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	教 授 ・ 工 博	門 前 亮 一	
On the Possibility of Accumulative Roll Bonding for the Strengthening of ODS (Oxide Dispersion Strengthened) Copper Alloy Sheets .....			23
Energy Materials Research Center, Advanced Materials Research Division, Korea Institute of Machinery and Materials,	Senior Researcher	S. H. Kim	
Energy Materials Research Center, Advanced Materials Research Division, Korea Institute of Machinery and Materials,	Senior Researcher	S. Z. Han	
Energy Materials Research Center, Advanced Materials Research Division, Korea Institute of Machinery and Materials,	Principal Researcher	C. J. Kim	
圧延銅箔の屈曲性に及ぼす結晶粒径の影響 .....			27
住友金属鉱山伸銅(株) 技術センター	担 当 課 長	山 岸 浩 一	
住友金属鉱山伸銅(株) 技術センター	取締役技術センター長	武 田 利 器 夫	
横浜国立大学 大学院	助教授・工博	竹 田 真 帆 人	
回転電極法によるコルソン系銅合金の粉末化と焼結材の性質 .....			31
関西大学 工学部	専任講師・博(工)	西 本 明 生	

関西大学 大学院	大学院生・修(工)	神 村 武 志
関西大学 工学部	専任講師・博(工)	丸 山 徹
関西大学 工学部	非常勤講師・工博	中 尾 和 祺
関西大学 工学部	教授・工博	赤 松 勝 也
関西大学 工学部	教授・工博	小 林 武

《伝熱管、熱交換器》

臭化リチウム水溶液による水蒸気の鉛直管内吸収 ..... 37

住友軽金属工業(株) 研究開発センター 第三部 空調機材料開発グループ	主任研究員・工博	佐々木 直 栄
九州大学 工学研究院 機械科学部門	教授・工博	高 松 洋
九州大学 先導物質化学研究所	助手・工博	山 城 光
住友軽金属工業(株) 伸銅所 製造部 加工品工場	勤 務 員	植 田 茂 樹
住友軽金属工業(株) 研究開発センター 第三部 空調機材料開発グループ	勤 務 員	水 田 貴 彦

自然冷媒CO<sub>2</sub>の超臨界域における管内冷却伝熱促進に関する実験的研究 ..... 42

(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	工 学 博 士	李 相 武
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長	石 橋 明 彦
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 技術企画室	室 長	小 川 弘 晴
九州大学 先導物質化学研究所	教授・工博	小 山 繁
九州大学 大学院 総合理工学研究科	博 士 課 程	伊 東 大 輔
九州大学 大学院 総合理工学研究科	修 士 課 程	鳩 村 傑

CO<sub>2</sub>冷媒における内面溝付管の管内蒸発熱伝達特性 ..... 48

日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部		堀 口 賢
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	マ ネ ー ジ ャ	法 福 守
日立電線(株) 伸銅営業統括部 伸銅営業部		武 長 裕 介
日立電線(株) 伸銅製造統括部 電伸部		菊 地 賢 一
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部		乾 謙 一
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部		児 玉 健 二

炭酸ガス用内部熱交換器の開発 ..... 52

(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	研 究 員	白 井 崇
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長	石 橋 明 彦
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長 補 佐	渡 辺 雅 人
(株)神戸製鋼所 技術開発本部 機械研究所 流熱技術研究室	研 究 員	柿 本 敦

《表 面》

銅板への無電解Ni-B合金めっき皮膜の作製及び特性 ..... 56

三菱伸銅(株) 開発部	主任研究員・工博	呉 豊
三菱伸銅(株) 開発部	主 任 技 師	石 川 誠 一
三菱伸銅(株) 開発部	主任研究員	鈴 木 和 彦
三菱伸銅(株) 開発部	部 長 ・ 工 博	熊 谷 淳 一

めっき構造内に於ける物質移動の計算機シミュレーション ..... 61

古河電気工業(株) メタル総合研究所	マ ネ ー ジ ャ	吉 田 浩 一
--------------------	-----------	---------

《金属組織、熱処理》

Cu-Ni-Be系合金の時効挙動 ..... 66

日本ガイシ(株) 金属事業部 開発部		太 田 星
日本ガイシ(株) 金属事業部 開発部	マ ネ ー ジ ャ	村 松 尚 国

金沢大学 大学院 自然科学研究科 システム創成科学専攻	教授・工博	門前亮一	
<b>Cu-Ni-Si系合金板材の曲げ加工性に及ぼすNi, Si量と時効条件の影響</b> .....			71
茨城大学 工学部 機械工学科	教授・工博	伊藤吾朗	
茨城大学 大学院 理工学研究科 機械工学専攻	大学院生	鈴木俊亮	
日立電線(株) 研究開発部 材料グループ	部長・工博	佟慶平	
日立電線(株) 研究開発部 材料グループ	アシスタントマネージャー	山本佳紀	
茨城大学 工学部 機械工学科	講師・博(工)	伊藤伸英	
<b>実用Cu-Be合金亜時効材の曲げ成形性とマイクロ組織</b> .....			76
日本ガイシ(株) 金属事業部 開発部	主任	千葉広樹	
日本ガイシ(株) 金属事業部 開発部	マネージャー	村松尚国	
横浜国立大学 大学院	助教授・工博	竹田真帆人	
<b>Cu-(Co/Fe)合金のナノ磁性粒子析出における組織と磁気特性の対応</b> .....			81
横浜国立大学 大学院 工学府	大学院生	東義治	
横浜国立大学 大学院 工学府	助教授・工博	竹田真帆人	
横浜国立大学 大学院 工学府	大学院生	和田直也	
横浜国立大学 大学院 工学府	大学院生	高松久美子	
横浜国立大学 工学部	学生	栗田幸作	
<b>銅・アルミ純金属および合金の変形集合組織形成の簡易計算法と公開</b> .....			86
帝京大学 理工学部 航空宇宙工学科	教授・工博	増井浩昭	
<b>Cu-Ni-Si系合金の特性に及ぼす溶体化処理温度の影響</b> .....			91
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部		高野浩聡	
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部		山本佳紀	
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部		古徳浩一	
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	マネージャー	太田真	
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	部長・工博	佟慶平	
<b>超微細粒銅合金の新しい創製法</b> .....			95
電気通信大学 知能機械工学科	助教授・工博	三浦博己	
電気通信大学 知能機械工学科	教授・工博	酒井拓	
<b>523Kで焼鈍したCu-Zn-Si合金の高分解能透過型電子顕微鏡観察</b> .....			100
富山大学 工学部	教授・工博	池野進	
富山大学 工学部	助教授・博(工)	松田健二	
富山大学 大学院	大学院生	浜谷大介	
富山大学 工学部	教務職員	川畑常真	
富山県立大学	助教授・工博	上谷保裕	
<b>Cu-Zn合金におけるBiのZn当量に及ぼすBi添加量と冷却速度の影響</b> .....			106
関西大学 工学部	専任講師・博(工)	丸山徹	
関西大学 大学院 工学研究科	大学院生	坂口裕樹	
		[現：日本精工(株)]	
関西大学 工学部	教授・工博	小林武	
<b><math>\beta</math>-CuZn合金における内部組織の組成依存性と時間発展</b> .....			111
横浜国立大学	大学院生	宗真平	
横浜国立大学	助教授・工博	竹田真帆人	
横浜国立大学	学生	武藤敦	
横浜国立大学	学生	斉藤太姿	
九州大学 超高压電子顕微鏡室	研究員・博(工)	孫成圭	

<b>Cu-Ni-Si系合金の時効析出挙動に及ぼすNi, Si量の影響</b> .....	115
東京工業大学 大学院 理工学研究科	大学院生 狩野宏和
東京工業大学 大学院 理工学研究科	教授・工博 里達雄
古河電気工業(株) メタル総合研究所	博(工) 廣瀬清慈
古河電気工業(株) メタル総合研究所	グループマネージャー 江口立彦
<b>Cu-Ni-Si系合金における曲げ加工性とミクロ組織</b> .....	120
古河電気工業(株) メタル総合研究所	工学博士 廣瀬清慈
古河電気工業(株) メタル総合研究所	グループマネージャ 江口立彦
<b>Cu-Cr-Zr合金の強度特性に及ぼす熱処理条件の影響</b> .....	125
三菱マテリアル(株) 銅事業カンパニー 銅加工技術部 小名浜工場	研究員 青木庄治
三菱マテリアル(株) 銅事業カンパニー 銅加工技術部 小名浜工場	工場長 和田正彦
大手金属(株) 細倉工場	工場長 山道哲雄
(独)日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門 ITERプロジェクトユニット	研究員 毛利憲介
(独)日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門 核融合エネルギー工学研究開発ユニット	主任研究員・工博 榎枝幹男
(独)日本原子力研究開発機構 核融合研究開発部門 核融合エネルギー工学研究開発ユニット	研究員・エネルギー科学博士 廣瀬貴規
(独)日本原子力研究開発機構 原子力基礎工学研究開発部門 燃料・材料工学研究ユニット	研究主幹 鈴木一彦
<b>Cu-Co合金におけるCo粒子の粗大化成長</b> .....	131
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	大学院生 渡部大然
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	助手・博(工) 渡邊千尋
金沢大学 大学院 自然科学研究科 機能機械科学専攻	教授・工博 門前亮一
北陸先端科学技術大学院大学 ナノマテリアルテクノロジーセンター	技術官 東嶺孝一
金沢大学 大学院 自然科学研究科 環境科学専攻	教授・理博 田崎和江
<b>《材料開発》</b>	
<b>GIGALLOYの開発2</b> .....	137
日鉱金属(株) 技術開発センター	技師 菅原保孝
日鉱金属(株) 技術開発センター	主査 本田潤二
日鉱金属(株) 技術開発センター	副センター長 深町一彦
<b>高強度高導電コルソン合金の開発</b> .....	143
日鉱金属(株) 技術開発センター	主任 桑垣寛
日鉱金属(株) 技術開発センター	技師 江良尚彦
日鉱金属(株) 技術開発センター	主査 本田潤二
日鉱金属(株) 技術開発センター	副センター長・工博 深町一彦
<b>Cu-Ni-Si銅合金の高強度化について</b> .....	148
三菱伸銅(株) 開発部	主任技師 梅津秀三
三菱伸銅(株) 開発部	部長・工博 熊谷淳一
三菱伸銅(株) 開発部	主任研究員 三浦聖生
<b>Cu-Ni-Fe-P系合金の諸特性</b> .....	153
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	山本佳紀
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	高野浩聡
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	マネージャー 太田真平
日立電線(株) 伸銅製造統括部 開発部	部長・工博 佟慶平

《腐食・防食》

シリカおよび各種アニオンを含む人工淡水環境下における銅管の腐食挙動 .....	158
室蘭工業大学 機械システム工学科	助手・工博 境 昌 宏
室蘭工業大学 機械システム工学科	教授・工博 世 利 修 美
人工調合水浸漬により初期皮膜を生成した銅管の電気化学的挙動の比較 .....	163
室蘭工業大学 大学院 工学研究科	大 学 院 生 神 保 祐 一
室蘭工業大学 機械システム工学科	助手・工博 境 昌 宏
室蘭工業大学 機械システム工学科	教授・工博 世 利 修 美
銅管の I 型孔食における発生初期の研究 .....	168
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	研 究 員 細 木 哲 郎
(株)神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所 表面制御研究室	主任研究員 井 戸 秀 和
りん脱酸銅の腐食への磁気処理水効果 .....	174
信州大学 大学院 工学系研究科	大 学 院 生 大 塚 伊 知 郎
信州大学 大学院 総合工学系研究科	大 学 院 生 G. サラバナン
信州大学 理学部	教 授・理 博 尾 関 寿 美 男
(株)神戸製鋼所 技術開発本部 材料研究所	研究首席・工博 中 山 武 典
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	研 究 員 細 木 哲 郎
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長 佐 伯 主 税
給水・給湯用銅管の浄水処理によるマウンドレス型孔食の抑制効果 .....	180
住友軽金属工業(株) 研究開発センター	主任研究員・工博 山 田 豊
(株)呉羽エンジニアリング	部 長 久 保 木 伸 一
室蘭市水道部	技 師 若 林 賢 一
室蘭市水道部	課 長 伏 見 行
電気化学的計測とその後の表面観察に基づく銅管の耐孔食性評価 .....	185
室蘭工業大学 材料物性工学科	助 教 授 駒 崎 慎 一
室蘭工業大学 材料物性工学科	学 生 岡 崎 淳
室蘭工業大学 材料物性工学科	教 授 幸 野 豊
(株)神戸製鋼所 材料研究所	研 究 首 席 中 山 武 典
(株)コベルコ マテリアル銅管	研 究 員 細 木 哲 郎
(株)コベルコ マテリアル銅管	室 長 石 橋 明 彦
ECAP加工された超微細結晶銅の応力腐食割れに及ぼす結晶粒径と粒界構造の影響 .....	190
同志社大学 工学部 エネルギー機械工学科	大 学 院 生 川 原 啓 司
同志社大学 工学部 エネルギー機械工学科	助 教 授 宮 本 博 之
同志社大学 工学部 エネルギー機械工学科	教 授 御 牧 拓 郎
チャンネルフロー電極法を用いた黄銅のアノード溶解における銅イオンの検出 .....	195
東京理科大学 理工学部 工業化学科	教 授・工 博 板 垣 昌 幸
東京理科大学 理工学部 工業化学科	大 学 院 生 竹 田 幸 徳
東京理科大学 理工学部 工業化学科	教 授・理 博 渡 邊 邦 洋
防食水酸化鉄皮膜のキャラクタリゼーション .....	200
栗田エンジニアリング	工 学 博 士 川 辺 允 志
水道用給水銅管の普及に関する考察 .....	206
住友軽金属工業(株)	相談役・工博 佐 藤 史 郎
(社)日本銅センター	技術開発部長 斎 藤 晴 夫

## 《接 合》

鉛フリーはんだ接合界面におけるIMCの形態変化及び機械的特性への影響 .....	211	
横浜国立大学	大学院生	奥山正章
横浜国立大学	助教授・工博	竹田真帆人
横浜国立大学	学 生	島袋寿一
新日本製鐵(株) 先端技術研究所 新材料研究部	主任研究員	石川信二
鉛フリーはんだ/銅基板間の界面反応及びせん断強度に及ぼす添加元素の影響 .....	217	
大阪大学 接合科学研究所	助手・工博	西川宏
大阪大学 大学院 工学研究科	大学院生	小松朗
大阪大学 接合科学研究所	教授・工博	竹本正
鉛フリーはんだ接合材における疲労き裂の音響可視化 .....	223	
埼玉大学 工学部 機械工学科	教授・工博	加藤寛
埼玉大学 大学院 理工学研究科 機械工学専攻	大学院生	小林寛嗣
埼玉大学 工学部 機械工学科	助教授・工博	蔭山健介
アルミニウム青銅と純銅の摩擦圧接継手の引張、曲げおよび衝撃強さ .....	227	
大阪産業大学 工学部	助教授・工博	川井五作
大阪工業大学 インキュベーション・ラボ	主任研究員・工博	越智秀
大阪府立大学 総合教育研究機構	講師・工博	山口博
大阪産業大学 工学部	教授・工博	櫻井恵三
爆発圧着したベリリウム銅/ステンレス鋼接合体の界面組織と接合特性に及ぼす時効の影響 .....	232	
熊本大学 大学院 自然科学研究科	助教授・博(工)	森園靖浩
熊本大学 大学院 自然科学研究科	教授・工博	西田稔
熊本大学 工学部 技術部	技術職員	山室賢輝
熊本大学 大学院 自然科学研究科	大学院生	廣川勇介
		[現：東海理化]
固体鉄と液体銅の反応による溶解現象、侵入移動機構、及び鉄/銅界面凝固組織 .....	237	
小山工業高等専門学校 物質工学科	理 博	石田恒雄
《切削、磨耗》		
高強度 $\alpha$ -Cu-Zn-Si系合金の乾燥すべり摩擦と磨耗 .....	243	
大阪大学 工学部	技官・工博	平尾桂一
大阪大学 工学部	技 官	森山重信
大阪大学 工学部	名誉教授・工博	花崎伸作
大阪大学 工学部	名誉教授・工博	山根壽己
新居浜工業高等専門学校 材料工学科	教授・工博	高橋知司
大阪大学 工学部	教授・工博	白井泰治
鉛フリー銅合金「エコブラス®」の切削 .....	250	
三宝伸銅工業(株) 開発センター	チームリーダー	松本敏一
三宝伸銅工業(株) 開発センター	主務部員	岡尚之
ベリリウム銅の微小切削における仕上面性状 .....	256	
兵庫県立大学 大学院 工学研究科	教授・工博	奥田孝一
兵庫県立大学 工学部 機械知能工学科	学 生	桂樹潤
近年開発された銅合金の被削性 .....	261	
滋賀県立大学 工学部	助教授・工博	田中他喜男
神奈川大学 工学部	工 博	赤澤正久

《塑性加工》

銅及び銅合金板のL曲げ加工におけるスプリングバック現象 ..... 268

東海大学 大学院 工学研究科	大 学 院 生	深 野 真 司
東海大学 工学部 精密工学科	教 授 ・ 工 博	吉 田 一 也

丸線圧延法に於ける断面形状の予測 ..... 273

古河電気工業(株) メタル総合研究所	マネージャー	北 里 敬 輔
東海大学	教 授 ・ 工 博	吉 田 一 也
東海大学 大学院	大 学 院 生	篠 原 哲 雄

60/40黄銅のねじり戻し加工材におけるβ量と結晶粒径の影響 ..... 277

富山大学 工学部	教 授 ・ 工 博	穴 田 博
富山大学 工学部	大 学 院 生	松 本 純 一
富山大学 工学部	助 手 ・ 工 博	古 井 光 明

Cu-Al-Mn-Ni形状記憶合金の超塑性 ..... 282

東北大学 先進医工学研究機構	研 究 員 ・ 工 博	大 森 俊 洋
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	大 学 院 生	肥 田 直 樹
東北大学 先進医工学研究機構	助 手 ・ 工 博	須 藤 祐 司
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	助 教 授 ・ 工 博	貝 沼 亮 介
東北大学 大学院 工学研究科 金属フロンティア工学専攻	教 授 ・ 工 博	石 田 清 仁

《材料特性》

銅管の $r_p$ 値,  $r_f$ 値に及ぼすひずみの影響 (第二報) ..... 287

(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	研 究 員	日 名 子 伸 明
首都大学東京 機械工学専攻	教 授 ・ 工 博	真 鍋 健 一
(株)神戸製鋼所 加工技術研究室	主 任 研 究 員	長 田 卓
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	研 究 員	白 井 崇

耐熱高強度銅合金管のFeによる耐力値向上の取り組み ..... 291

(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長 補 佐	渡 辺 雅 人
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	研 究 員	白 井 崇
(株)コベルコ マテリアル銅管 秦野工場 研究室	室 長	石 橋 明 彦
(株)コベルコ 科研	主 席 部 員	佐 伯 主 税

鉛フリー銅合金鋳物の機械的性質および铸造性、加工性 ..... 295

(独)産業技術総合研究所	研 究 員	岡 根 利 光
(社)日本非鉄金属鋳物協会	専 務 理 事	秋 元 純
藤井技術事務所	所 長	藤 井 孝 彦
チュラロンコン大学	教 授	梅 田 高 照

CT試験片における銅合金の疲労き裂先端開口挙動についてのシミュレーション ..... 302

東海大学 工学部 動力機械工学科	教 授 ・ 工 博	林 守 仁
東海大学 工学部 動力機械工学科	学 部 生	上 原 和 真