

新機能・新工業材料としてあらゆる分野に応用が展開される金属ガラスをまとめ、集大成！優れた特性を利用した代替材料としてはもちろん、MEMS用材料、ナノインプリント材料等、あらゆる分野で利用するための注目の一冊！

最新刊

保存版!!

新機能材料 金属ガラスの基礎と産業への応用

監修

井上 明久 東北大学 総長

編集委員

木村 久道 東北大学 金属材料研究所
附属研究施設金属ガラス総合研究センター 准教授
松浦 真 東北大学 金属材料研究所
金属ガラス 無機材料接合開発共同研究プロジェクト
特別教育研究教員

◆発行 2009年1月19日発行
◆体裁 B5判 二段組上製本
約650頁
◆定価 本体48,000円 (+税)
(50,400円、送料込み)
◆発行 株式会社 テクノシステム

執筆者一覧 (50音順 50名)

- | | |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 浅見 勝彦 東北大学 金属材料研究所 附属研究施設
金属ガラス総合研究センター 元 教授 | 西山 信行 (財)次世代金属 複合材料研究開発協会 (RIMCOF)
金属材料技術部 研究開発グループ長 |
| 網谷 健児 東北大学 金属材料研究所
附属研究施設大阪センター 助教 | 秦 誠一 東京工業大学 精密工学研究所 セキュアデバイス研究センター
准教授 |
| 五十嵐貴教 トピー工業株式会社 研究開発センター 新事業企画部 主幹 | 春山 修身 東京理科大学 理工学部 物理学科 教授 |
| 井上 明久 東北大学 総長 | 東 健司 大阪府立大学 大学院工学研究科 物質 化学系専攻
マテリアル工学分野 マテリアル設計最適化研究グループ 教授 |
| 王 新敏 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発共同研究プロジェクト 客員教授 | 肥後 矢吉 東京工業大学 精密工学研究所 先端材料部門 教授 |
| 大貫 正秀 SRIスポーツ株式会社 基盤技術研究部 課長 | 平田 秋彦 大阪大学 産業科学研究所 高次制御材料科学研究所
材料機能物性研究分野 助教 |
| 奥村 潔 新東ブレーター株式会社 開発グループ 調査役 | 弘津 慎彦 大阪大学 名誉教授 |
| 加藤 秀実 東北大学 金属材料研究所 非平衡物質工学研究部門 助教 | 深見 武 兵庫県立大学 大学院工学研究科
物質系工学専攻/マテリアル 物性部門 教授 |
| 川嶋 朝日 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発 共同研究プロジェクト 元 助教 | 福原 幹夫 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発共同研究プロジェクト 准教授 |
| 河村 能人 熊本大学 大学院自然科学研究科 教授 | 藤田 和孝 宇部工業高等専門学校 機械工学科 教授 |
| 木内 淳介 アイテック株式会社 研究開発部 主管技師 | 真壁 英一 株式会社真壁技研 代表取締役 |
| 木村 久道 東北大学 金属材料研究所 附属研究施設
金属ガラス総合研究センター 准教授 | 牧野 彰宏 東北大学 金属材料研究所 附属研究施設
金属ガラス総合研究センター 教授 |
| 才田 淳治 東北大学 学際科学国際高等研究センター 企画部 准教授 | 松浦 真 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発共同研究プロジェクト 特別教育研究教員 |
| 早乙女康典 東北大学 金属材料研究所 附属研究施設大阪センター 教授 | 松原英一郎 京都大学 大学院工学研究科 材料工学専攻 教授 |
| 渋谷 陽二 大阪大学 大学院工学研究科 機械工学専攻 教授 | 水嶋 隆夫 アルプス電気株式会社 磁気デバイス事業部
AMDプロジェクト グループマネージャー (GM) |
| 清水 幸春 並木精密宝石株式会社 エヌジェイシー技術研究所
マネージャー | 村松 尚国 日本ガイシ株式会社 金属事業部 開発部 マネージャー |
| 下野 昌人 独)物質 材料研究機構 計算科学センター 主幹研究員 | 山浦 真一 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス NEDO特別講座 准教授 |
| 沈 宝龍 中国科学院寧波材料技術および工程研究所 教授 | 山崎 徹 兵庫県立大学 大学院工学研究科 物質系工学専攻
マテリアル 物性部門 教授 |
| 副島 英樹 富士重工業株式会社 航空宇宙カンパニー 研究部 材料研究課 | 山田 廣志 ミネベア株式会社 ベアリング基礎技術開発部門
技術本部 トライボロジー ラボ 主査 |
| 高橋 武重 鹿児島大学 工学部 名誉教授 | 横山 嘉彦 東北大学 金属材料研究所 附属研究施設
金属ガラス総合研究センター 准教授 |
| 高橋 芳美 ソニーケミカル & インフォメーションデバイス株式会社
なかだ事業所 第3事業部デバイス技術1部 材料担当部長 | 和田 武 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発共同研究プロジェクト 助教 |
| 竹内 恒博 東北大学 エコトピア科学研究所 准教授 | Dmitri V. Louzguine-Luzgin 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発共同研究プロジェクト 教授 |
| 張 偉 東北大学 金属材料研究所 金属ガラス 無機材料
接合開発共同研究プロジェクト 准教授 | |
| 辻 伸泰 大阪大学 大学院工学研究科 知能 機能創成工学専攻 准教授 | |
| 土屋 文 東北大学 金属材料研究所 原子力材料物性学研究部門 助教 | |
| 中田 一博 大阪大学 接合科学研究所 加工システム研究部門
エネルギープロセス学分野 教授 | |
| 長坂 宏 長野計器株式会社 技術本部 車載センサ技術部 部長 | |
| 永田 晋二 東北大学 金属材料研究所 原子力材料物性学研究部門 准教授 | |

《申込方法》

本書籍は一般書店では取扱いをしておりません。下の申込用紙にご記入の上、FAXして下さい。書籍と共に納品書・請求書をご送付申し上げます。また試読をご希望の方は誌読希望欄にレ印をお付け下さい。

「新機能材料 金属ガラスの基礎と産業への応用」(74093) 申込書		申し込み	冊	試読希望	年	月	日
住所 〒		TEL					
会社・団体名		FAX					
所属		役職名					
(フリガナ) 氏名(カネム)		E-mail					



株式会社 **テクノシステム**

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3-16五十嵐ビル TEL.03-3293-3105(代)

FAX. 03-3293-3874 E-Mail. info@techno-s.co.jp

総論

総論 1 金属ガラスとは	(井上 明久)
総論 2 発展の経緯	(井上 明久)

第1編 金属ガラスの基礎

第1章 金属ガラスの形成条件と安定性

第1節 合金系と組成	(井上 明久)	2. 安定性	(才田 淳治)
第2節 形成能と安定性		1. 金属ガラスの安定性	
1. 形成能	(西山 信行)	2. Zr基金属ガラスの局所構造解析	
はじめに		2.1 これまでの経緯	
1. 従来の研究アプローチ		2.2 Zr基金属ガラスの相変態解析と局所構造	
2. Pd基金属ガラスによるRcの直接評価		2.3 Fe基金属ガラスの相変態と局所構造解析	
3. その他の金属ガラスのGFA		2.4 その他の系の金属ガラスの相変態と局所構造解析	
4. ガラス形成能の定量的評価パラメータ		2.5 金属ガラスの安定性と局所構造, 相変態の相関(まとめ)	
おわりに		2.6 金属ガラスの局所構造に関する最近のトピックス	

第2章 金属ガラスの作製法

第1節 液体急冷法		4.1 水焼き入れ法	
1. 液体急冷法の発展	(木村 久道)	4.2 銅鋳型鋳造法	
はじめに		4.3 ダイカスト法	
1. 母合金の作製		4.4 型締め鋳造法	
2. 金属ガラス薄帯の作製法		4.5 吸引銅鋳型鋳造法	
2.1 遠心液体急冷法		5. 金属ガラス膜の作製法	
2.2 双ロール液体急冷法		6. 金属ガラス線材の作製法	
2.3 単ロール液体急冷法		6.1 回転液中噴き出し法	
2.3.1 高周波溶解による単ロール液体急冷法		6.2 溶液抽出法	
2.3.2 レビテーション溶解による単ロール液体急冷法		7. 固相反応法	
3. 金属ガラス粉末の作製法		まとめ	
3.1 双ロールキャビテーション法		2. 鋳型鋳造法	(横山 嘉彦)
3.2 回転液中噴き出し法		1. 状態図	
3.3 高圧ガスアトマイズ法		2. 母合金作成法	
3.4 プラズマ回転電極法		3. アークを熱源に用いた鋳造法	
3.5 SWAP法(Spinning Water Atomization Powder Method)		4. センチメートル級バルク金属ガラスの鋳造法	
3.6 多級粉碎アトマイズ法		第2節 機械加工法	(辻伸泰)
4. 金属ガラス丸棒・板の作製法			

第3章 金属ガラスの構造

第1節 X線回折	(松原 英一郎)	1. 金属ガラスのナノ構造, ナノ組織とは	
1. 金属ガラスのガラス転移と結晶化		2. 金属ガラスにみられるナノ構造, ナノ組織	
2. 結晶化温度およびガラス転移温度の加熱速度依存性の物理的意味		2.1 ナノ構造形態	
3. 結晶化抑制ガラス相の局所構造		2.2 ナノ組織形態	
第2節 透過電子顕微鏡 - 金属ガラスのナノ構造・ナノ組織 -	(弘津 禎彦, 平田 秋彦)	2.2.1 結晶化初期段階(相形成型金属ガラス)	
		2.2.2 結晶化初期段階(バルク金属ガラス系)	

第4章 金属ガラスのガラス転移と結晶化および構造緩和

第1節 ガラス転移, 結晶化および構造緩和のシミュレーション	(下野 昌人)	3. 高速加熱型圧子貫入法による高粘度過冷却液体の粘度測定	
はじめに		4. 静電浮遊振動法による低粘度平衡液体の粘度測定	
1. MD法シミュレーション		5. 全温度範囲における金属ガラスの粘性挙動	
2. ガラス相の生成と結晶化		第3節 結晶化プロセス	(Dmitri V.Louzguine - Luzgin, 松浦 真, 井上 明久)
3. ガラス相の局所構造と振動状態		1. 金属ガラスの形成	
4. 金属ガラスの構造緩和		2. 結晶化前に起きる金属ガラス中の構造緩和と自由体積変化	
5. 金属ガラスの中範囲構造と自由体積		3. 相分離	
6. モデル合金系を使った形成能予測		4. 金属ガラスの結晶化	
7. ナノ組織形成予測		4.1 一般的な特徴	
おわりに		4.2 ナノ結晶化	
第2節 ガラス転移と過冷却液体状態		4.3 変形による結晶化	
1. 過冷却液体状態の粘性流動特性	(河村 能人)	4.4 結晶化による準結晶の形成	
1. 金属ガラスの変形の特徴		4.5 凝固における部分結晶化 - ガラス - ナノ結晶コンポジットの直接形成	
2. 均一変形と不均一変形		4.6 結晶核をあらかじめ含むアモルファス合金の結晶化	
3. 粘性流動時の粘度		4.7 昇温速度, 温度および他の条件に依存して結晶化過程が変化するいくつかの金属ガラス	
3.1 粘性		第4節 構造緩和	(春山 修身)
3.2 ニュートン粘性		はじめに	
4. 粘性流動時の応力		1. バルク金属ガラスの構造緩和現象	
4.1 ストレスオーバーシュート		1.1 粘性の緩和	
4.2 定常流動応力		1.2 陽電子寿命緩和	
5. 粘性流動による伸び		1.3 エンタルピー緩和	
5.1 破断伸び		1.4 密度緩和	
5.2 最大伸びの理論値		1.4.1 Pd - P系バルク金属ガラスの密度緩和と挙動	
6. 粘性流動を用いた成形加工		1.4.2 Zr基バルク金属ガラスの密度緩和	
6.1 精密微細加工		2. Full - relaxationした金属ガラスの原子体積	
6.2 粉末の固化成形		3. 構造緩和のモデル	
6.3 摩擦接合		まとめ	
2. 金属ガラスの粘性測定	(山崎 徹)		
はじめに			
1. 粘度測定法			
2. Zr - Cu - Al - Ni系金属ガラスの粘度測定条件			

第5章 複相金属ガラス

第1節 ナノ複相	(才田 淳治)	1. マイクロスケールの複相化の取り組み	
----------	---------	----------------------	--

1.1 異種金属による複相化		1. デンドライト結晶分散型バルク金属ガラス	
1.2 セラミックスによる複相化		1.1 Ta(Nb) - rich デンドライト相分散型	
2. ナノスケールでの複相化の取り組み		Cu基金属ガラスの組織と機械的性質	
2.1 金属ガラスの核生成・粒成長		1.2 Ta(Nb) - rich デンドライト相分散型 Cu基金属ガラスの耐食性	
2.2 ナノ結晶析出による複相化		1.3 デンドライト相分散型金属ガラスの組織と機械的性質に及ぼす	
2.2.1 ナノ結晶析出機構		Ta添加量の影響	
2.2.2 ナノ複相化金属ガラスの機械的特性		第4節 二相金属ガラス	(和田 武, 井上 明久)
第2節 ナノ準結晶	(才田 淳治)	1. ガラスの相分離現象	
1. ナノ準結晶析出の基礎		2. Zr - 希土類 - Al - Ni合金の相分	
1.1 ナノ準結晶析出に関する研究の経緯		2.1 二相金属ガラスの形成	
1.2 ナノ準結晶の生成条件と析出の速度論		2.2 二相金属ガラスの形態	
1.3 ナノ準結晶析出金属ガラスの機械的特性		2.3 二相金属ガラスの組織加工	
第3節 デンドライト	(張 偉, 井上 明久)	3. 二相金属ガラスの利点	
第6章 金属ガラスの組織観察法		2. 電子線構造解析法	
第1節 X線・中性子線回折	(松原 英一郎)	2.1 電子線動径分布解析法	
1. X線異常散乱測定		2.1.1 強度測定と干渉関数	
2. 高エネルギー X線回折を利用した構造解析		2.1.2 リバースモンテカルロ (Reverse Monte - Carlo) 計算と	
3. X線と中性子線の組み合わせ		ポロノイ多面体解析	
第2節 電子顕微鏡によるナノ構造観察・解析法	(弘津 禎彦, 平田 秋彦)	2.2 ナノビーム回折法	
1. 高分解能電顕法による周期構造の結像		3. 金属ガラス中のナノ構造, 局所構造の観察, 解析例	
第7章 金属ガラスの物理的・化学的特性		1.5 低温内部摩擦	
第1節 電子構造	(竹内 恒博)	2. 熱的性質	
1. 金属ガラスの安定性と三つの条件		2.1 低温熱容量	
2. 金属ガラスの安定化における共有結合の重要性和関連結晶相利用の		2.2 金属ガラスの低温比熱	
意義		2.3 低温での熱膨張係数	
3. 擬ギャップの形成による相安定化機構		3. 電気的性質	
4. Pd基およびZr基金属ガラスの構造と電子構造		第4節 超音波特性	(福原 幹夫)
4.1 Pd基金属ガラス		1. 弾性率	
(1)局所構造		1.1 高温弾性率	
(2)第一原理計算(バンド計算とクラスター計算)		1.2 低温弾性率	
(3)光電子分光		1.3 ポーラス体弾性率	
(4)クラスターのランダムネットワーク		1.4 その他	
(5)Pd基金属ガラスの安定化組成		2. 内耗	
(6)検証実験		2.1 高温内耗	
4.2 Zr基金属ガラス		2.2 低温内耗	
(1)局所構造		3. 複素弾性・複素粘弾性	
(2)クラスター計算		4. SH波音診	
(3)光電子分光		第5節 耐食性	(浅見 勝彦)
5. 金属ガラスに共通する特徴		1. Zr系金属ガラス(MG)	
6. 金属ガラスの安定化条件として知られる経験則とその物理的解釈		2. Ti系金属ガラス(MG)	
7. 未解明の課題		3. Fe系金属ガラス(MG)	
第2節 電気的特性	(春山 修身)	4. Ni系金属ガラス(MG)	
はじめに		5. Cu系金属ガラス(MG)	
1. アモルファス金属の相変態に伴う電気抵抗挙動		6. Mg系金属ガラス(MG)	
2. バルク金属ガラスの電気抵抗率曲線		7. その他の金属ガラス(MG)	
3. 液体相の電気抵抗率		第6節 高温酸化	(浅見 勝彦)
まとめと今後の展望		1. Zr基金属ガラス(MG)の高温酸化	
第3節 低温物性	(深見 武)	2. Cu基金属ガラス(MG)の高温酸化	
1. 機械的性質		3. Ni基金属ガラス(MG)の高温酸化	
1.1 等方物質の弾性定数と静的機械定数		4. Fe基金属ガラス(MG)の高温酸化	
1.2 連続波超音波音速測定による弾性定数		5. その他の金属ガラス(MG)の高温酸化	
1.3 弾性定数の低温温度依存性			
1.4 低温における強度			
第8章 金属ガラスの機械的特性			
第1節 強度と変形特性	(加藤 秀実)	1.1.2 疲労き裂伝播の支配力学因子	
1. 金属ガラスの応力 - ひずみ曲線		1.1.3 進展機構	
2. 金属ガラスの機械的性質の特徴		1.1.4 過大応力の影響	
2.1 高強度, 低ヤング率, 高弾性限および高最大弾性ひずみ		1.1.5 環境の影響	
エネルギー		1.1.6 疲労限度	
2.2 低振動損失		1.2 大気中と真空中	
3. 合金系に依存する破壊挙動と破壊靱性		2. 疲労と破壊靱性	
3.1 金属ガラスの位置付け		2.1 破壊靱性	
3.2 剪断帯と脈状模様の形成による高靱性化		2.1.1 破壊靱性値	
3.3 降伏の非対称性		2.1.2 破壊靱性が大きくなる原因	
4. 延性の発現機構とその大小を決定付ける要素		2.1.3 破壊靱性に及ぼす諸因子の影響	
4.1 変形様式による塑性変形能の変化		(1)疲労き裂の有無	
4.2 合金系・組成による塑性変形能の変化		(2)負荷速度の影響	
4.3 熱履歴による塑性変形能の変化		(3)組成と熱処理の影響	
4.4 サイズによる塑性変形能の変化		第3節 高速変形特性	(東 健司)
4.5 アスペクト比による塑性変形能の変化		1. 高速変形の必要性の意義	
4.6 剪断帯内の動的ナノ結晶析出による塑性変形能の変化		2. 剪断帯の観察とその役割の重要性	
4.7 試験片の不完全形状による塑性変形能の変化		3. 応力のひずみ速度依存性	
5. 剪断変形における擬弾性挙動		4. 伸び値のひずみ速度依存性	
6. 変形・強度の温度・変形速度依存性		5. 組織学的因子の影響	
6.1 応力 - ひずみ線図の温度依存性とその特徴		まとめ	
6.2 ガラス遷移温度以下での粘弾性挙動		第4節 変形と欠陥生成のメカニズム	(渋谷 陽二)
6.3 試料の構造緩和が変形の温度依存性に及ぼす影響		1. 自由体積理論に基づく変形	
第2節 疲労・破壊靱性	(藤田 和孝)	2. 原子論的モデリングによるアモルファス構造の生成	
1. 疲労		3. 弾性変形のメカニズム	
1.1 疲労き裂伝播		4. 剪断帯(SB)のモデリングと発展メカニズム	
1.1.1 疲労き裂伝播挙動		第5節 低温強度	(川嶋 朝日)

1. Zr基金属ガラスの低温強度
2. CuZr基金属ガラスの低温強度
 - 2.1 圧縮強度に及ぼす温度の影響
 - 2.2 低温強度に及ぼすひずみ速度の影響

- 2.3 弾性パラメータと低温強度
- まとめ

第9章 金属ガラスの磁気特性

第1節 軟磁性

(牧野 彰宏)

はじめに

1. 軟磁性金属ガラスの分類
 - 1.1 Fe - (Al, Ga) - metalloids系
 - 1.2 (Fe, Co, Ni) - (Zr, Hf, Nb, Ta) - B系
 - 1.3 (Fe, Co) - Si - B - Nb系
 - 1.4 (Fe, Co) - Ln - B系
 - 1.5 Fe - Si - B - P - (C)系
2. 軟磁性金属ガラスの保磁力

3. 高 BsFe - 半金属系金属ガラス

第2節 硬磁性

1. Fe - Nd - B系 (張 偉, 井上 明久)
 1. Fe - Nd(Pr) - B系ガラス合金の生成, 結晶化組織および磁気特性
 2. Fe - Nd - B系ガラス合金の形成能と磁気特性
2. Fe - Pt - B系ナノコンポジット磁石 (張 偉, 井上 明久)
 1. Fe - Pt - B系アモルファス合金の結晶化組織と硬質磁性
 2. 大きな保磁力を持つL1₀-FePt/Fe₂B型ナノコンポジット磁石

第2編 金属ガラスの産業への応用

第1章 金属ガラスの作製技術

第1節 大量生産技術

(王 新敏)

1. 液体急冷成形生産技術

- 1.1 ロール成形法
 - 1.1.1 薄帯材
 - 1.1.2 線状材
- 1.2 回転紡糸, 回転ディスク成形法
 - 1.2.1 細線材
 - 1.2.2 太線材
- 1.3 アトマイズ作製法
 - 1.3.1 微細粉末
 - 1.3.2 ビーズ
- 1.4 射出成形法
 - 1.4.1 素形材, バルク・板材
 - 1.4.2 異形材, 型材・製品
- 1.5 溶湯接合法
 - 1.5.1 同種金属ガラス接合
 - 1.5.2 異種金属ガラス接合
- 1.6 ポーラス成形法
- 1.7 中空成形法
- 1.8 浮遊溶解プレス法

2. 二次加工成形生産技術

- 2.1 粘性流動加工
- 2.2 切削加工
- 2.3 レーザ加工
- 2.4 フォトエッチング加工

3. 表面処理生産技術

第2章 金属ガラスの加工技術

第1節 超微細加工技術と微細寸法試験法

(肥後 矢吉)

はじめに

1. 微小寸法試験片用試験機と試験片
 - 1.1 微小寸法試験片用試験機
 - 1.2 微細加工と微小寸法試験片
 - 1.2.1 加工方法
 - 1.2.2 FIB加工の影響
 - (1) 温度上昇の影響
 - (2) Gaイオンの影響
 - 1.3 試験方法とその材料特性
 - 1.3.1 引張試験
 - 1.3.2 曲げ試験(破壊靱性)
 - 1.3.3 疲労試験

おわりに

第2節 粘性成形加工

(早乙女 康典)

はじめに

1. 過冷却液体域における粘性流動特性と成形特性
 - 1.1 巨視的変形特性
 - 1.2 ナノ・マイクロ成形特性
2. 成形加工法と特性
 - 2.1 マイクロ成形加工法と加工特性
 - 2.1.1 鍛造加工
 - 2.1.2 押出加工
 - 2.2 ナノ成形加工法と加工特性
 - 2.2.1 ナノ鍛造加工
 - 2.2.2 ナノインプリント
3. 成形加工条件と成形限界

第3節 粉末成形加工

(沈 宝龍, 井上 明久)

はじめに

1. 金属ガラスの成形加工
 - 1.1 超塑性を利用した金属ガラス粉末の固化成形技術の開発
 - 1.2 放電プラズマ焼結法による優れた軟磁気特性をもつ Fe基金属ガラス磁気コアの開発

おわりに

第4節 薄膜化

(秦 誠一)

3.1 装飾性表面処理

3.2 機能性表面処理

- 3.2.1 表面硬化処理
- 3.2.2 表面生体皮膜処理
- 3.2.3 溶射積層皮膜処理

4. 品質保証, 評価技術

- 4.1 合金組成範囲の制御
- 4.2 品質安全係数の設計
- 4.3 組織欠陥の制御
- 4.4 評価方法と信頼性

第2節 ポーラス金属ガラス

(和田 武, 井上 明久)

1. ポーラス金属ガラス
2. ポーラス金属ガラスの創製方法
 - 2.1 発泡法
 - 2.2 含浸法
 - 2.3 中空粒子法
 - 2.4 粉末冶金法
 - 2.5 液相分離法
3. ポーラス金属ガラスの機械的性質
4. ポーラス金属ガラスの応用

第3節 金属ガラスパイプ

(真壁 英一)

緒言

1. 金属ガラスパイプの作製方法その1
2. 金属ガラスパイプの作製方法その2

まとめ

1. 高周波マグネトロンスパッタ法による成膜
 - 1.1 成膜条件と非晶質性の確認
 - 1.2 示差走査熱量計による過冷却液体域の確認
 - 1.3 スパッタ圧力, ターゲット製法による膜質への影響
2. 薄膜金属ガラスの物性

2.1 熱的性質

2.2 化学的性質

2.3 機械的性質

- 2.3.1 引張強さ
- 2.3.2 縦弾性係数
- 2.3.3 弾性限界
- 2.3.4 硬さ
- 2.3.5 電気的性質
- 2.3.6 光学的性質
- 2.3.7 過冷却液体域での焼なましによる物性値の変化

2.4 薄膜金属ガラスと他の材料との比較

第5節 切削加工

(藤田 和孝)

1. 旋削加工性
2. 表面粗さ
3. 工具材種の影響
4. 切削後のガラス状態
5. 切削抵抗
6. 金属ガラスの旋削機構
7. 金属ガラスの旋削条件

第6節 接合技術

(中田 一博)

1. 金属ガラスの溶接・接合の基本
2. 溶接・接合法
 - 2.1 一般的な溶接・接合法の分類
 - 2.2 金属ガラスの接合実験に適用された溶接・接合プロセスの特徴
 - (1)電子ビーム溶接
 - (2)レーザ溶接
 - (3)抵抗溶接(フラッシュバット溶接, 抵抗スポット溶接)
 - (4)摩擦圧接
 - (5)摩擦撈拌接合
 - (6)爆発圧接(爆着)
3. 金属ガラスの溶接・接合の実施例

3.1 同種金属ガラスの溶接・接合		4. 中性子照射誘起欠陥	
3.2 異種金属ガラスの溶接・接合		5. 金属ガラスの原子炉照射安定性	(永田 晋二)
3.3 結晶金属と金属ガラスとの異材溶接・接合		2. イオン照射	
第7節 照射による安定化		1. 固体と高速イオンとの相互作用	
1. 原子炉照射	(土屋 文)	2. 金属ガラスのイオン照射効果	
1. 原子炉照射実験		2.1 表面形態変化 (~ keV/amu)	
2. ビッカース硬さの中性子照射効果		2.2 イオン照射による原子混合 (keV ~ MeV /amu)	
3. アモルファス構造の中性子照射効果		2.3 高速重イオン (swift heavy ions, ~ MeV/amu) の高密度電子励起効果	
第3章 金属ガラスの機械材料への応用			
第1節 スポーツ用品 - ゴルフクラブ -	(大貫正秀)	1.1 平面的な微細構造の製作	
はじめに		1.2 立体的な微細構造の製作	
1. Zr基バルク金属ガラスとその機械的性質		2. 薄膜金属ガラスマイクロアクチュエータ	
2. ドライバーヘッドの作製および飛び性能の評価		2.1 円錐ばねマイクロアクチュエータ	
3. アイアンヘッドの作製および飛び性能の評価		2.2 マイクロレンズアクチュエータ	
おわりに		2.3 2自由度マイクロアクチュエータ	
第2節 ショットピーニング	(奥村 潔)	2.4 円筒型超音波リニアマイクロアクチュエータ	
1. 開発の目的		第6節 スプリング部材	(副島 英樹)
2. 実験方法		1. スプリング部材の設計	
3. 実験結果および考察		2. スプリング用材料としての金属ガラス	
3.1 Fe基金属ガラス粒子		3. 金属ガラス線材の製造方法	
3.2 金属ガラス粉末のショットへの応用		4. 金属ガラス線材の加工	
3.3 ピーニング特性		5. 金属ガラス製スプリング	
3.4 粉塵爆発性		第7節 航空機部材	(副島 英樹)
3.5 今後の展開		1. 航空機の構造	
おわりに		2. 航空機用構造材料に求められる特性	
第3節 マイクロギア	(清水 幸春)	3. 航空機部材への金属ガラスの適用	
1. 開発の背景		3.1 構造材料としての金属ガラス	
2. マイクロギアドモータの設計		3.2 部材の製造方法	
3. 歯車の試作		3.3 今後の課題	
3.1 歯車の作製方法		第8節 ケーシング	(王 新敏, 村松 尚国)
3.2 歯車の試作		1. 携帯端末機器に用いられるケーシングの現状	
4. 歯車の評価		2. 金属ガラスを用いる薄肉ケーシングの特徴	
4.1 歯車強度試験		2.1 バルク金属ガラス	
4.2 高温高湿放置試験		2.2 機械的性質・熱的性質の利用	
5. ギアドモータ評価		2.3 高耐食性利用	
5.1 ギアヘッド寿命試験		2.4 耐落下衝撃性利用	
5.2 ギアドモータの医療機器搭載に向けた予備実験		2.5 非磁性の利用	
6. 直径 1.5 mm ギアドモータの開発		2.6 優れた転写性利用	
7. 自動組み付け装置の開発		3. 金属ガラスケーシングの作製	
8. 実用化に向けて		3.1 液相成形法	
8.1 ギアドモータの用途・市場		3.2 二次加工成形法	
8.2 今後の課題と展開		3.3 精密切削加工法	
第4節 センサ		3.4 表面装飾	
1. コリオリ流量計	(真壁 英一)	第9節 ベ어링	(王 新敏, 山田 廣志)
1. コリオリ流量計		1. ベ어링産業の現状	
2. 合金探査および薄肉金属ガラスパイプの製作		2. ベ어링に期待された金属材料の特性	
3. 測定感度		2.1 耐摩耗性	
4. 結晶金属との接合		2.2 高加工精度	
まとめ		2.3 高耐食性	
2. 圧力センサ	(長坂 宏)	2.4 低摩擦係数	
1. 圧力センサ(中圧・高圧)の現状と金属ガラス材料の利用		2.5 高振動吸収	
2. 金属ガラス製圧力センサ素子		3. 金属ガラスベ어링の作製	
3. ダイアフラム部材(起歪体)の製作		3.1 ベ어링の成形技術	
4. 金属ガラス対応圧力センサ用高感度薄膜ひずみゲージ		3.2 金属ガラスの表面処理技術	
5. 素子の接合		3.3 金属ガラスの鏡面研磨	
6. 圧力センサの特性と耐久性		4. ベ어링に用いられる金属ガラスの特徴と評価	
7. 金属ガラス製圧力センサの構造		4.1 ベ어링に適した金属ガラス合金	
8. 金属ガラス製圧力センサの利点とその展開		4.2 金属ガラスベ어링の摩耗特性	
第5節 マイクロアクチュエータ	(秦 誠一)	4.3 金属ガラスベ어링の高精度	
1. 薄膜金属ガラスとその微細加工		4.4 金属ガラスベ어링の耐食性	
第4章 金属ガラスの磁性材料への応用			
第1節 軟磁性材料		3. エレクトロニクス	(高橋 芳美)
1. 軟磁性	(牧野 彰宏)	はじめに	
2. 磁性シート	(水嶋 隆夫)	1. 金属ガラスの優れた軟磁気特性	
1. Fe基金属ガラス「リカロイ™」磁性シートの特性と応用		2. RF-IDの発展	
1.1 作製方法		2.1 RF-IDとは	
1.2 性能および効果		2.2 RF-IDの新しい応用 NFCについて	
1.2.1 ノイズ抑制用シート(NSS)		2.3 RF-IDに最適な磁性材料と金属ガラスに求められる特性	
(1) ノイズ抑制効果		3. 金属ガラスの現状の応用	
(2) ノイズ抑制シートとしての適用事例		4. 軟磁性金属ガラスのさらなる発展の可能性	
1.2.2 RFIDアンテナ補助用シート		第2節 硬磁性材料	(張 偉, 井上 明久)
(1) RFIDアンテナ補助効果		1. バルク状ナノコンポジット磁石の作製	
(2) RFIDアンテナ補助用シート適用事例		1.1 鋳造法によるナノコンポジット磁石の作製	
1.3 今後の展開		1.2 放電プラズマ焼結法によるナノコンポジット磁石の作製	
まとめ		1.3 ホットプレス法によるナノコンポジット磁石の作製	
第5章 金属ガラスの物理的・化学的特性の応用			
第1節 水素利用分野		(2)金属ガラスの水素吸蔵の特徴	
1. 水素透過膜	(山浦 真一)	1.3 Ni-Nb-Zr系アモルファス合金の水素透過性	
1. 水素透過膜		1.3.1 水素透過係数	
1.1 水素製造と水素透過膜		1.3.2 局所構造と透過メカニズム	
1.2 金属ガラスと水素		1.3.3 長時間試験	
(1)アモルファス合金の水素吸蔵の特徴		1.4 アモルファス合金水素透過膜を用いた	

メタノール水蒸気改質水素製造	
2. 燃料電池用セパレータ	(山浦 真一)
1. 固体高分子形燃料電池(PEMFC)の構成とセパレータの役割	
2. 金属ガラス適用の利点	
2.1 過冷却液体状態における粘性流動加工性	
2.2 優れた耐食性	
2.3 優れた機械的性質	
3. Ni - Nb - Ti - Zr系金属ガラスを用いたセパレータの試作	
3.1 Ni - Nb - Ti - Zr系金属ガラスの最適組成探査	
3.2 Ni ₆₀ Nb ₁₅ Ti ₁₅ Zr ₁₀ 金属ガラスを用いたPEMFCセパレータの試作	
3.3 Ni ₆₀ Nb ₁₅ Ti ₁₅ Zr ₁₀ 金属ガラス製PEMFCセパレータの発電試験	
4. Ni - Cr - P - B系金属ガラスを用いたセパレータの試作	
4.1 Ni - Cr - P - B系金属ガラスの最適組成探査	
4.2 Ni ₆₅ Cr ₁₅ P ₁₆ B ₄ 金属ガラスを用いたPEMFCセパレータの試作	
4.3 Ni ₆₅ Cr ₁₅ P ₁₆ B ₄ 金属ガラス製PEMFCセパレータの発電試験	
5. 金属ガラスセパレータの可能性	
3. 水素ガスセンサ	(山浦 真一)
1. 金属ガラスの電気抵抗	
2. 金属ガラスの電気抵抗に与える水素ガス雰囲気の影響	
3. Pd基金属ガラスを用いた水素ガスセンシング	
4. 溶存水素センサ	(山浦 真一)
1. 溶存水素水の機能	
2. Mg基アモルファス合金を用いた溶存水素センシング	
3. Pd基金属ガラスを用いた溶存水素センシング	
5. メタノール改質触媒	(高橋 武重)
1. アモルファス合金を触媒とする反応	
2. 金属ガラス触媒による反応	
3. 少量の貴金属を添加した Cu-Zr ガラスを原料とするメタノールの水蒸気改質反応	
4. 金属ガラス合金による触媒反応の展望	
6. プロトントンネリングによる量子デバイス	(福原 幹夫)
はじめに	
1. 試料	
2. クーロン振動と直流/交流増幅作用	
3. 電子回路とプロトントンネリング	
4. 量子ドットの応用	
第2節 表面加工分野	
1. 表面処理	(王 新敏)

第6章 金属ガラスのその他分野への応用

第1節 音響部材	(福原 幹夫)
はじめに	
1. 試料	
2. 金属ガラスの伝播特性	
3. 金属ガラスの減衰特性	
第2節 生体材料	(王 新敏)
1. バイオマテリアル	
2. 生体用金属ガラスの開発	
2.1 インプラント用金属ガラス合金	
2.1.1 Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₆ Pd ₁₄ 系金属ガラス	
2.1.2 (Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₆ Pd ₁₄) + Nb(Ta)系金属ガラス	
2.2 医療器具用金属ガラス合金	
3. 生体適合性向上のための活性化処理	

1. 金属ガラスの表面構造	
2. 金属ガラスの表面処理の目的	
3. 金属ガラスの表面機能性改善と処理方法	
3.1 金属ガラスへの皮膜処理	
3.1.1 表面めっき	
(1)装飾性めっき	
(2)高硬度めっき	
3.1.2 生体接合	
3.1.3 表面酸化	
3.2 金属ガラスの表面利用	
3.2.1 鏡面研磨	
3.2.2 粘性加工	
4. 金属ガラスを利用した他の材料への表面改善	
4.1 溶射	
4.2 ショットピーニング	
2. 溶射コーティング	(五十嵐 貴教)
1. 金属ガラス溶射とは	
2. 金属ガラス溶射の事例	
2.1 Fe ₄₃ Cr ₁₆ Mo ₁₆ C ₁₅ B ₁₀ 金属ガラス溶射	
2.2 Fe ₄₃ Cr ₁₆ Mo ₁₆ C ₁₅ B ₁₀ 金属ガラス溶射の適用事例	
2.3 その他の金属ガラス溶射	
3. 装飾	(王 新敏, 木内 淳介)
1. 表面処理の種類と機能	
2. 表面装飾性処理技術	
2.1 電気めっき	
2.2 無電解めっき	
2.3 PVD	
2.4 CVD	
2.5 陽極酸化	
3. 金属ガラスの構造と表面状態	
4. 金属ガラス合金の装飾性	
4.1 優れた光沢性と平坦性	
4.2 特異な転写性	
4.3 着色性	
5. 金属ガラスの表面装飾処理	
5.1 めっき前の下地処理	
5.2 鏡面研磨	
5.3 模様転写	
5.4 着色	
3.1 (Ti ₄₀ Zr ₁₀ Cu ₃₆ Pd ₁₄)+M系合金(M = Ca, HAP)	
3.2 表面活性化処理	
3.3 ポーラス構造	
4. 金属ガラスの生体材料への応用展開	
4.1 インプラント製品	
4.1.1 人工歯根	
4.1.2 頭骨固定器具	
4.1.3 骨固定プレート	
4.2 医療器具	
4.2.1 アダプタ	
4.2.2 微小ねじ, 微小歯車	
4.3 生体用金属ガラス材料の応用展望	

付録

金属ガラスのデータベース	(網谷 健児)
はじめに	
1. 金属ガラスデータベースの種類と概要	
1.1 金属ガラス作製データベース	
1.2 金属ガラス材料特性データベース	
1.2.1 LANDOLT - BORNSTEIN	
1.2.2 KIND	
1.2.3 NEDOプロジェクト「金属ガラス成型加工技術」	
1.2.4 その他のデータベース	
2. 論文・特許検索	
3. 金属ガラスデータベースの今後	