

マグネシウム合金長尺材の変形双晶を利用した力学的性質制御

工学部 機械システム工学科 趙 薪茗（清水研究室），清水一郎
中井賢治（中井研究室），森 佳太（清水研究室）

- セールスポイント： ① マグネシウム合金における新しい着眼点からの力学的性質制御
② 適用箇所を限定した局所強化へ展開可能（延性と高強度の両立）
③ マグネシウム合金への代替促進に有効

1. 研究目的

実用金属中で最軽量であるマグネシウム合金は，省エネルギー化への要求に伴い，様々な産業分野への適用が期待されている金属材料である．しかし，マグネシウム合金は最密六方結晶構造であるため活動可能なすべり系が限定され，延性に乏しい．また，変形双晶が活動しやすいマグネシウム合金は素材製造時に集合組織を形成し，塑性異方性が成長する．一方，マグネシウム合金における変形双晶を領域選択的に発生させることができれば，その領域の降伏点のみが向上し，延性と高強度を両立させた材料の創成が可能と期待される．

このような目的に対する最初のアプローチとして我々は，マグネシウム合金長尺材（棒材・管材）に対し，負荷反転を含む変形履歴を与えることの有用性について検討を行った．具体的にはドッグボーン型の試験片を作製し，圧縮後引張り，引張り後圧縮における力学的性質変化を調べた．

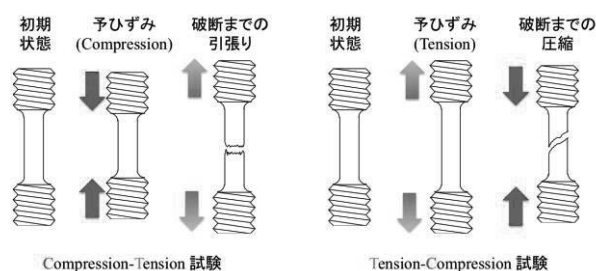


Fig. 1 負荷反転試験の様子

2. 方法と結果

素材には初期集合組織を有する AZ31 マグネシウム合金丸棒材を用いた．この素材から試験片を切り出して熱処理を施した後，Fig. 1 に示すように単軸圧縮－引張り試験（C-T 試験）および単軸引張り－圧縮試験（T-C 試験）を実施した．すなわち，予変形が負荷反転後の後続変形時における応力－ひずみ関係や破断ひずみに及ぼす影響を調べた．結果の一例として，C-T 試験および T-C 試験における，予ひずみの絶対値が 0.05 の際の真応力－真ひずみ関係を Fig. 2 に示す．予ひずみがない場合の単軸引張り試験結果と異なり，C-T 試験における負荷反転時の単軸引張りでは，加工硬化率の増加域が現れた．このような知見はマグネシウム合金の力学的性質を局所制御する際に有用である．

3. 応用先

代替材料としてマグネシウム合金を製品へ用いる際の製品設計や強度保証が期待できる．

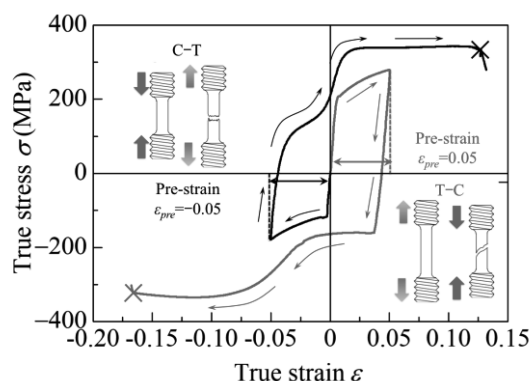


Fig. 2 真応力－真ひずみ関係の例

塑性加工による機能性材料の開発

工学部 機械システム工学科 寺野元規

- セールスポイント： ① 結晶組織制御
 ② 傾斜機能性材料の開発
 ③ 各種金属材料の材料特性の評価

1. 研究目的

塑性加工品の高精度化，高機能化への要求は年々高まっています．最近では部品の小型化に伴い，マイクロ/ナノオーダーの加工も必要となっています．また，金属材料の機械的・電磁気的特性を改善するため，均一な材料特性を持つ材料ではなく，材料特性も適材適所が望まれています．当研究室では「マイクロ/ナノオーダーの塑性加工」や「局所的な結晶組織制御法の開発」にも取り組んでいます．

2. 局所的な結晶組織制御法の開発

局所的な結晶組織制御法の概略図を図1に示す．まず，素材表面に塑性加工を施し，ひずみエネルギーを蓄積させる．その後，熱処理することにより，塑性変形を受けた領域が優先的に静的再結晶を生じる．加えるひずみ量を制御できれば，結晶粒径や結晶方位を制御できるはずである．図2にバニシング加工により素材表面にせん断ひずみを加え，熱処理した例を示す．せん断ひずみがある程度大きい場合，導入されたひずみエネルギーを駆動力として，加工面が優先的に静的再結晶する過程が観察でき，加えるひずみ量と熱処理時間を制御することにより再結晶粒径を制御できることがわかる．

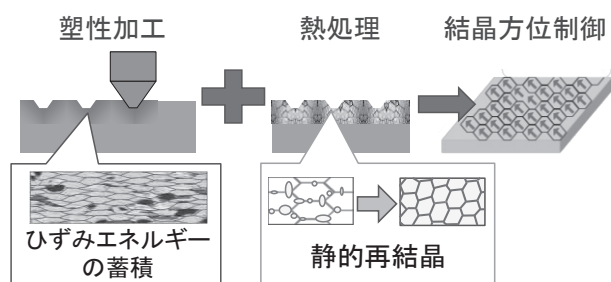


図1 結晶組織制御法

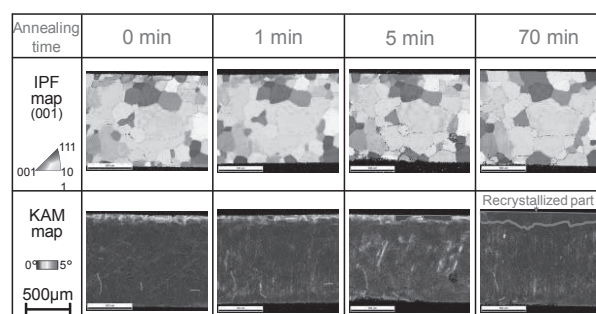


図2 バニシング加工による結晶組織制御

3. 応用先

本研究は開発段階ではあるが，局所的な結晶粒径の制御が可能であることがわかった．今後，ひずみ量，熱処理が及ぼす結晶方位への影響を明らかにすることにより，局所的な結晶組織制御が可能となる．本技術により自動車部品をはじめとして，様々な塑性加工品の局所強化が可能となると期待できる．

4. 謝辞

本研究はJSPS科研費 17K14567の助成を受けたものです．

カイラル超伝導体の自発電流と表面磁化

理学部 応用物理学科 今井剛樹, Manfred Sigrist (スイス連邦工科大学チューリッヒ校)

- セールスポイント: ① 外場（電場・磁場）なしで表面に散乱のない電流が流れる
 ② 表面に自発磁化
 ③ トポロジカル超伝導物質の設計の指針

1. 研究目的

スピン三重項超伝導体である遷移金属酸化物 Sr_2RuO_4 は、超高速コンピュータや省電力デバイスに向けた次世代高機能材料として期待を集めるトポロジカル超伝導体の有力な候補である。そのためトポロジーと物理現象との係わり合いを議論する上での格好のテーマとなっている。第一原理計算手法等を活用して理論的な立場から超伝導状態の微視的な構造を明らかにし、将来的なマテリアルデザインなどへの貢献を目指した研究を行っている。

2. 自発電流と表面磁化

Sr_2RuO_4 はカイラル p 波超伝導といわれる、時間反転対称性を破るタイプの超伝導状態が実現していることが有力視されている。このとき電子のエネルギー分散にはバルクで完全なギャップが開く一方で、表面が存在するときにはギャップを跨ぐエネルギー分散が出現する (Fig.1)。この表面（端）状態はトポロジーの影響を反映して、不純物・格子欠陥などに影響されにくく、一方向に安定して電流（電荷流）を流す。さらにスピン・軌道相互作用はスピン流も同時に誘起し、その結果自発磁化が生じることを明らかにする (Fig.2)。最近報告された新規超伝導体 SrPtAs でも時間反転対称性を破るカイラル d 波超伝導の可能性が示唆されており、本現象と同様の振る舞いが出現することも報告する。

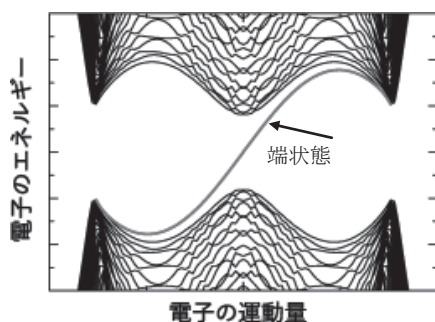


Fig. 1 表面（端）状態

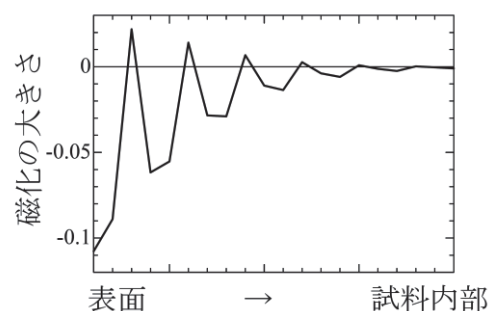


Fig. 2 試料表面での自発磁化

3. 応用先

時間反転対称性を破るカイラル超伝導体では試料端近傍で出現する電荷流およびスピン流は不純物に依存しにくいことより、省エネルギーデバイスとしてスイッチング素子などへの利用が期待される。さらにカイラル p 波超伝導体では、トポロジカル量子計算への応用も期待されている。

フラーレン内包多孔性亜鉛ポルフィリン錯体の結晶構造と光誘起電荷分離挙動

理学部 化学科 満身 稔, 中田智大, 羽藤大貴 (満身研究室)

- セールスポイント: ① 光捕集・電荷分離・電荷輸送を結晶性多孔性金属錯体のみで実現
 ② 太陽電池, 人工光合成や様々な電子移動触媒としての利用の可能性
 ③ 透明導電性基板上での結晶性積層薄膜の成膜(結晶化)が可能

1. 研究目的

化石燃料の枯渇によるエネルギー問題や地球温暖化による環境問題の解決策として, 無尽蔵かつクリーンな太陽光エネルギー利用が挙げられる. この光エネルギーを電気エネルギーや化学エネルギーへ変換するには, 光電荷分離状態が非常に重要であり, 光電荷分離によって電子を受容した状態は強力な還元剤として, 電子を供与した状態は強力な酸化剤として機能する. この光電荷分離状態から, 電気エネルギーを取り出せば太陽電池(図1)であり, 化学エネルギーを取り出せば人工光合成や様々な電子移動触媒となり, 光エネルギーを有効利用した多方面での科学技術の創成が期待できる. しかしながら, 多孔性金属錯体を利用した光電荷分離システムに関する研究は, ほぼ未開拓の研究領域である. そこで当研究室では, 多孔性金属錯体に基づく光電荷分離システムの創製を目指して, 光励起状態にある亜鉛ポルフィリンから電子を受け取るアクセプターとしてフラーレンを細孔内に内包したフラーレン内包多孔性亜鉛ポルフィリン錯体の開発を行っている.

2. フラーレン内包多孔性亜鉛ポルフィリン錯体

図2の亜鉛ポルフィリン錯体1の亜鉛原子に隣接する亜鉛ポルフィリンのピリジル基が配位結合する自己集合を利用して二次元四角格子を形成し, これらが積層した多孔性亜鉛ポルフィリン錯体の細孔内に C_{60} 分子の挿入を行った. その結果, フラーレン内包多孔性亜鉛ポルフィリン錯体の初めての例となる $[Zn(DCCPyDPh(CO_2Me)P)] \cdot C_{60} \cdot 1.5o\text{-DCB}$ (**1**· C_{60}) の結晶化と SPring-8 を利用した X 線結晶構造解析に成功した(図3). さらに, レーザー過渡分光法により, 実際に光電荷分離状態の生成を確認し, その寿命が 0.25 ns であることを明らかにした(図4). 光エネルギーを有効利用できる電荷分離状態を開発するには, さらなる電荷分離の長寿命化が必要と考えられるので, 現在, マイクロ秒オーダーの寿命の実現を目指して研究を行っている.

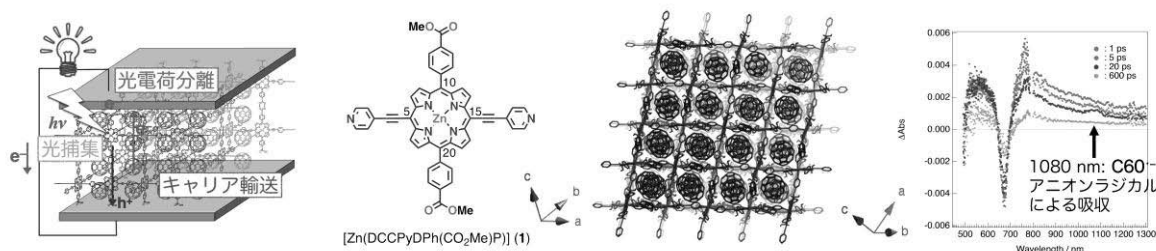


図1. 光電変換システム. 図2. 亜鉛ポルフィリン錯体 1. 図3. 錯体 1· C_{60} の結晶構造. 図4. 錯体 1· C_{60} の過渡吸収スペクトル.

3. 応用先

光電荷分離によって電子を受容した状態は強力な還元剤として, 電子を供与した状態は強力な酸化剤として機能できるので, この光電荷分離状態から, 電気エネルギーを取り出せば太陽電池であり, 化学エネルギーを取り出せば人工光合成や様々な電子移動触媒となり, 光エネルギーを有効利用した多方面での科学技術の開発が可能と期待される.

車載排熱発電に活用するためのシリサイド系熱電材料の高圧物性

理学部 基礎理学科 森 嘉久, 中野法大, 藤原 翔, 當房理沙 (森研究室)

理学部 基礎理学科 財部健一

工学部 電気電子システム学科 笠 展幸, 麻原寛之

- セールスポイント: ① 環境にやさしい熱電材料 (マグネシウムシリサイド) の開発
 ② 高圧合成法による新しい機能性材料の開発
 ③ 高圧環境下での熱電性能測定

1. 研究目的

自動車エンジン排熱発電への実用研究として, n型 Mg_2Si 熱電材料はモノレグ構造のモジュールであるものの環境にやさしい材料であるため, 欧州を中心に活発に研究がなされている. この熱電材料を2020年の車載試験に活用するためには, さらなるn型 Mg_2Si 熱電材料の熱電性能の格段の向上と熱安定なp型 Mg_2Si 熱電材料の開発によるn, p接合型熱電モジュールの開発が求められている. 当研究室では, 高圧技術を駆使してこの課題解決に対して研究した結果, 熱安定なp型 Mg_2Si 熱電材料が合成可能なことを明らかにしてきた. 更に, 発電性能が高圧下で向上する原因を探るために, 高圧下での熱電性能やホール効果などを測定してそのメカニズムの解明を進めている.

2. 高圧技術

2-1 高圧合成

Mg_2Si 熱電材料は, ナノジェットマイザーにより粉砕されたSiとMgもしくは MgH_2 の混合粉末をペレット状に成型し, ピストンシリンダー装置やホットプレスを用いて高圧合成した. 高圧下での合成条件は, つくばの放射光施設PF-AR (BL-NE5) の高圧X線回折実験より決定した. 合成物は, XRDによる構造の評価および熱電性能 (ゼーベック係数, 電気抵抗率, 熱伝導率) 測定による電子物性の評価を行った.

2-2 高圧下での熱電性能測定

高圧下での熱電性能測定は世界的にも報告例が少なく, 装置開発から取り組んだ. 装置開発は岡山大学惑星物質研究所 (三朝) にある6

軸超高圧発生装置 6UHP-70を用いて行った.

Fig.1に1.0 GPaにおけるゼーベック係数の測定結果を示すが, 温度差に対する熱起電力が線形に発生していることが分かる. 高温高圧下での電気抵抗率も同時に測定しているので, パワーファクターを求めることができた.

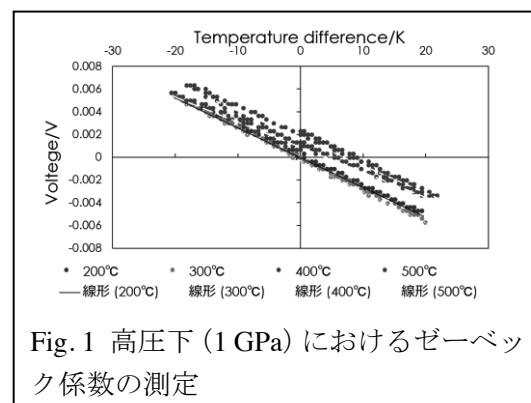


Fig. 1 高圧下 (1 GPa) におけるゼーベック係数の測定

2-3 高圧下でのホール効果測定

高圧下でのホール効果は, 東大物性研のピストンシリンダー装置により測定した. キャリア数は圧力によって大きな変化を示さないが, 電子の移動度に関しては10桁のオーダーで変化しており, そのことが抵抗率の圧力変化の要因であることが明らかとなった.

3. まとめ

これまで高圧下での合成やその高圧環境下での物性測定の研究を通じて, シリサイド系熱電材料の高圧下における基礎物性を調べてきた. これらの研究成果は, デバイス開発へ直結するようなものではないが, 材料開発が求められている熱安定なp型 Mg_2Si 熱電材料の合成に多くの知見を与えるものと考えている.

風レンズ風車用炭素繊維強化複合材の衝撃圧縮特性の負荷方向と温度依存性

工学部 機械システム工学科 中井賢治, 福島 翼, 横山 隆 (中井研究室), 九州大学応用力学研究所

- セールスポイント: ① 風力発電のエネルギー効率を更に高めることができる
 ② 風車だけでなく, 様々な環境下で使用される複合材構造物の動的設計に対する有用な設計指針を与えることが期待される
 ③ 耐衝撃性, 耐熱性を有する工業用材料の開発

1. 研究目的

原子力発電所の事故以降, 国内外において再生可能な新エネルギーとして風力発電が注目されている. 九州大学では, エネルギー効率を高めた次世代風車「風レンズ風車」を開発し, 山間部や海上に設置して, 様々な性能実験を行っている. 今後, エネルギー効率を更に高めるためには, 軽量でかつ高強度, 高剛性である大型風車を開発する必要がある. このような観点から, 風車の大型構造部材に金属材料に代わって炭素繊維強化複合材 (CFRP) の使用が計画されている. 九州大学応用力学研究所のエネルギー変換工学分野では, 真空樹脂含浸製造 (Vacuum assisted Resin Transfer Molding: VaRTM) 法によるCFRPの開発研究が新しいテーマとして開始されている. この手法を用いると, 風車や集風体など複雑な大型部材を製作することが比較的容易になる. 風レンズ風車が, 台風や大波・高波浪による衝撃を受けた時の安全性を評価するために, CFRPの衝撃特性データが不可欠である. また, 風レンズ風車を設置する場所によっては, 直射日光などの影響により風車の温度が上昇することもあるため, 設計する際には温度の影響も重要である.

本研究の目的は, VaRTM 法により成形した直交積層カーボン/エポキシ複合材の主軸 3 方向すなわち繊維 (1-), 面内横 (2-), 板厚 (3-) 方向における静的及び衝撃圧縮応力-ひずみ関係の温度依存性を, 実験的に評価することである.

2. 供試材及び試験片の形状寸法

供試材として, VaRTM 法により成形された厚さ約 10 mm の直交対称積層 $[0/90]_{8S}$ カーボン HTS40 F13 12K/エポキシ XNR/H 6815 複合材 (繊維体積含有率 56%) を使用した. この積層複合材から, 最上・下面での繊維方向 (1-d), 面内横方向 (2-d), 板厚方向 (3-d) に対して機械加工により直径 $d = 8$ mm の円柱状の静的及び衝撃試験片を採取した.

3. 試験方法及び結果

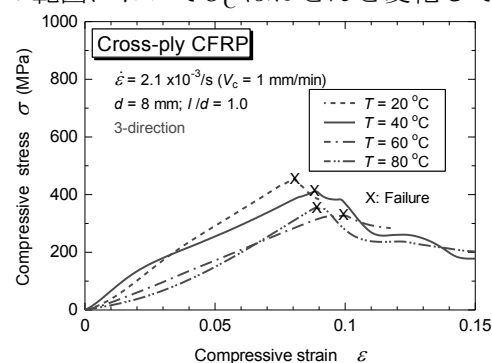
インストロン試験機 (モデル 5500R) 及び恒温槽を用いて, 室温・高温下 ($T = 20 \sim 80$ °C) にて低速・中間ひずみ速度 (クロスヘッド速度 1, 50 mm/min) で圧縮試験を行なった. 衝撃圧縮試験では, 標準型ホプキンソン棒装置を用いた. 本装置は, 主として入出力棒 (JIS SUJ2, 直径 16 mm, 長さ 1500 mm) と打出し棒 (JIS SK5, 直径 15.9 mm, 長さ 350 mm) から構成されている.

板厚 (3-) 方向の静的圧縮応力-ひずみ関係の温度依存性を, 図 1 に示す. 温度の上昇とともに極限圧縮強度 σ_c は低下しているが, 温度が 60~80 °C の範囲において σ_c はほとんど変化していないことがわかる.

4. 応用先

本研究におけるCFRP材の高温下での衝撃圧縮特性データは, 様々な環境下で使用される複合材構造物の動的設計に対する有用な設計指針を与える.

図 1 直交積層カーボン/エポキシ複合材の板厚方向における静的圧縮応力-ひずみ関係の温度依存性 (右図)



半導体ナノワイヤーを用いたガスセンサ（単体型、アレイ分析型、光電流型）

工学研究科 電子工学専攻 秋山宜生

- セールスポイント： ① 呼気センサ、有機ガス検出
 ② 低消費電力動作が可能
 ③ アレイ分析型は、コンパクト・ガス成分分析可能

1. 研究目的

高寿命化社会の到来に伴い健康への関心が益々高まる中で、体温計や血圧計のように手軽に健康チェックできる呼気センサが注目されている。本研究は、糖尿病や肥満、脂肪燃焼に関わるアセトンガスや飲酒によるアルコールを検出することのできる、安価で携帯可能、低消費電力動作かつガス種の分析能力を有する高感度ガスセンサの研究開発が目的である。

2. 技術の概要と特徴

本ガスセンサの検出素材は、半導体ナノワイヤーであるセレンナノワイヤー（SeNW）を用いているため、比表面積の増大効果により、微量でも高感度なガス検出が可能である。また、室温動作が可能で、酸化物半導体式センサのようなヒータング電力をも必要としないため、消費電力が μW クラスのセンサを実現可能である。図1に示す単体型ガスセンサは、センサ部は0.5mm角の大きさでありながら、呼気から糖尿病患者を見つけ出すアセトンガス濃度(0から150ppm程度)をカバーしている[1,2]。複数個のセンサアレイを用いたアレイ型ガスセンサは、ガス反応に伴うセンサ電流変化の時間差およびその形状変化から、1ppm付近までの濃度でガス種の判別を行なうことができる[2,3]。図2の光電流型ガスセンサは、SeNWへのガス吸着によって注入された電子（正孔）と表面付近で生成した光電流キャリアを効率良く遭遇・中和させることができるので、これまでのガスセンサ[1-3]に比べてセンサ感度が飛躍的に向上したセンサである[4]。



図1 単体型ガスセンサ

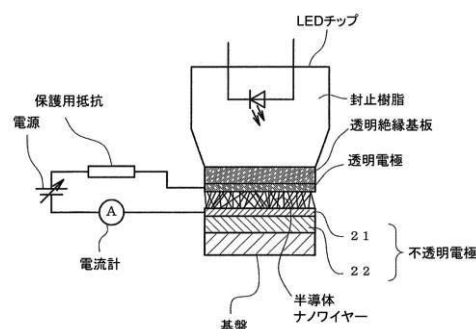


図2 光電流単体型ガスセンサ

3. 応用先

本技術は、呼気分析のみならず持ち運び可能なガス成分分析機器、災害時の生体検出やガス成分分析、ロボット用センサなど幅広い使用の可能性を秘めている。

- 1) 特許第 5120904 号 (2012), 米国特許第 9134265 号 (2015), 韓国特許第 10-144788 号 (2014), ドイツ出願中 11-2010-004-279.9 「微結晶セレンからなる感受性材料およびそれを用いたガスセンサ」.
- 2) 特許出願 特願 2015-545269 「ガスセンサおよびガスセンサアレイ」.
- 3) 特許第 5804438 号 (2015), 米国特許第 9759676 号 (2017) 「ガスセンサアレイ、ガス分析方法及びガス分析システム」.
- 4) 特許第 6099056 号 (2017), 米国出願中 15-323183 「ガスセンサおよびガスセンサアレイ」.

半導体ナノワイヤーを用いた水素ガスセンサ

工学研究科 電子工学専攻 秋山宜生

- セールスポイント： ① 小型で低消費電力動作可能なガスセンサ
 ② 高感度水素ガスセンサ
 ③ アレイ型は水素ガス成分をより正確に検出することが可能

1. 研究目的

ガソリンを燃料とする自動車から今後多くの需要が見込まれる電気自動車への転換期にある中で、電気自動車の燃料電池に用いられる水素ガスやガソリンスタンドに変わる水素ステーションのガス漏れ検知が、大きな課題となっている。これは、水素ガスが無色無臭で、従来から用いられている天然ガスに比べて、空気に対して4%から75% (40,000～750,000ppm) の広い範囲で爆発することに起因する。したがって、低濃度のうちにガス漏れ検知ができるコンパクト、繰り返し使用可能、かつ低消費電力動作可能なガスセンサが望まれている。本研究は、これまで水素ガス検出ができなかった半導体ナノワイヤーであるセレンナノワイヤー(SeNW)のガスセンサ[1-4]を水素ガスセンサとして利用可能[5]にする方法およびそれを用いた高感度ガスセンサの研究開発が目的である。

2. 技術の概要と特徴

水素ガスはSeNWへ吸着しても注入電子が生成されないために、水素ガス検出は不可能であった。本センサは、SeNWを水素触媒金属で被覆する従来のやり方ではなく、独自の手法により、室温動作、低消費電力(1nW以下)のもとで繰り返し使用可能な、高感度(サブppmオーダー)・高速応答性を持つ水素ガス検出が可能になった(図1)。このガスセンサは、構造的にもシンプルで、水素ガスのセンサ信号は電流増加の方向に出現し、ガス反応前の電流値が小さいことから、電流減少方向に出る有機ガスのセンサ信号は観測されず、水素ガスのみの測定を容易に行なうことができる。また、従来の有機ガスセンサと水素ガスセンサを共存した複数個のセンサアレイを用いた場合は、信号出現の様子を調べただけで、有機ガスと水素ガスの判別を行なうことができる。本センサは消費電力が少ないので、複数個のセンサ設置が容易で、水素ガス漏れを様々な角度から見張ることができる。また高感度であることから、人体からの呼気検出用センサとしての利用も見込まれている。

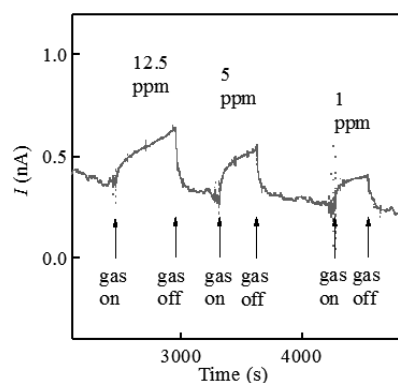


図1 水素ガスの測定例

3. 応用先

本技術は、水素ガス検出、呼気検出用ガスセンサなど幅広い使用の可能性を秘めている。

- 1) 特許第 5120904 号 (2012), 米国特許第 9134265 号 (2015), 韓国特許第 10-144788 号 (2014), ドイツ出願中 11-2010-004-279.9.
- 2) 特許出願 特願 2015-545269.
- 3) 特許第 5804438 号 (2015), 米国特許第 9759676 号 (2017).
- 4) 特許第 6099056 号 (2017), 米国出願中 15-323183.
- 5) 特許出願 特願特願 2017-063353 「ガスセンサ」.

機能性材料としての希土類水素化物半導体の可能性について

－薄膜トランジスタへの応用のための製造プロセスの研究－

研究・社会連携センター 中村 修

埼玉大学 理工学研究科 酒井政道、坂井琢磨、吉澤 輝

東洋大学 バイオ・ナノエレクトロニクス研究センター 花尻達郎、中島義賢

- セールスポイント： ① 多結晶の半導体の低温形成が可能。
 ② 高移動度の薄膜トランジスタをフレキシブル基板に形成可能。
 ③ 金属膜を形成後、半導体化するユニークなプロセス技術。

1. 背景

有機ELディスプレイなどの分野では、有機EL発光素子に直列につながれた駆動用トランジスタを低消費化するために、あるいはトランジスタの面積を縮小させるために、多結晶の高移動度（ $\sim 100 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度）薄膜トランジスタ(TFT)が求められている。そしてそれは、フレキシブル基板に低温 $300\sim 400^\circ\text{C}$ 未満で形成可能であることが望ましい。

2. 目的

本研究の目的は、高移動度が見込まれる多結晶の希土類水素化物半導体膜について、低温で且つ、簡便な製造方法を確立することにある。

多くの希土類三水素化物(RH_3 ; RはEu, Ybを除くランタノイド系列元素とSc, Y), EuH_2 , YbH_2 , $\text{YbH}_{2.6}$ は半導体である。これらは希土類元素の金属膜を形成後に水素雰囲気処理をすることによって半導体にすることが可能である。金属膜は、スパッタ法や蒸着法で作成できて、多結晶となる。したがって、水素雰囲気処理後の半導体膜も多結晶となる。

しかしながら、希土類元素の金属膜は極めて容易に酸化するために（一般的に希土類酸化物は難還元性である）、雰囲気中の僅かな酸素ですぐに酸化されてしまう。

我々は、このような問題を避けるために、そして簡便な装置で希土類水素化物半導体を製造可能にするために、水素選択透過膜（兼触媒膜）の開発を進めてきた¹⁾²⁾。

今回、これまでより低温で、希土類水素化物半導体を製造可能な、水素選択透過膜（兼触媒膜）を見いだしたので³⁾、それを報告する。

3. 実験方法と結果

真空蒸着装置（到達真空度 $4\times 10^{-4}\text{Pa}$ ）にて、石英ガラス基板上にPt/Yb(10nm/290nm)を成膜後、真空アニール炉に入れ(到達真空度 $2\times 10^{-4}\text{Pa}$)で真空引き後、Ar+3% H_2 ガスを10分流しガス置換を行い、所定温度まで昇温した後に、15分間保持して雰囲気処理した。

処理した試料は、X線回折による同定を行った。結果の一部をFig.1に示す。この試料は 250°C で雰囲気処理をしたものであるが、ほとんどのピークが YbH_2 として指数付けされており、半導体となっていることが判る。

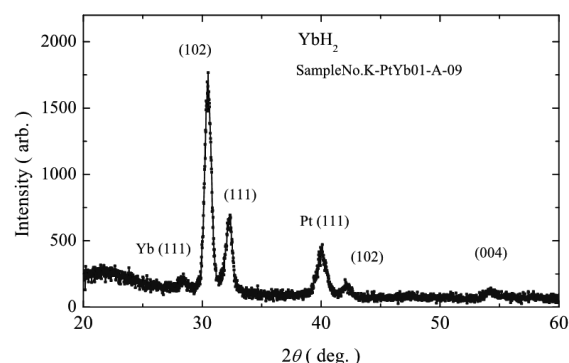


Fig. 1 Pt(10nm)/Yb(290nm) 250°C Ar+3% H_2 雰囲気処理後のX線回折の結果(Cu:K α)

参考文献

- 1) K.Yabuki, H.Hirama, M.Sakai, Y.Saito, K.Higuchi, A.Kitajima, S.Hasegawa, O.Nakamura : Thin Solid Films 624(February 2017)175-180
- 2) K.Yabuki, H.Hirama, M.Sakai, Y.Saito, K.Higuchi, A.Kitajima, S.Hasegawa, O.Nakamura : Journal of Crystal Growth 468(2017)714-717
- 3) 特許出願中

バイオフィバー強化グリーンコンポジットの開発

倉敷芸術科学大学 生命科学部 生命科学科 岡田賢治

- セールスポイント : ① 地球温暖化緩和に貢献できる環境調和型の素材である。
 ② バイオフィバーの比強度はスチール、ガラス繊維に匹敵する強度を示す。
 ③ 生分解性を有する。

1. 研究目的

CO₂排出量の削減、石油資源の節減は世界共通の喫緊課題であり、産業界においても、カーボンニュートラルの性質を有するバイオマスの高度利用技術は、将来的に有望かつ不可欠な産業技術として注目されており、今や世界的な開発競争の的となっている。本研究では、ガラス繊維や炭素繊維の代替えを目指して、木質系バイオマスを原料にセルロースを樹脂化して、環境負荷の少ない熔融紡糸法による高強度セルロース繊維を生産するための技術開発を行っている。

2. 高強度バイオフィバーの開発

バイオフィバーは化学合成したトリメチルシリル化セルロース誘導体 (TMSC) を熔融紡糸することにより製造した。熔融紡糸の製造プロセスを Fig. 1 に示す。熔融紡糸した TMSC ファイバーと他の高強度繊維との強度比較を Table. 1 に示す。TMSC ファイバーの比強度は 616MPa を示し、高強度繊維スチール、E-ガラスに匹敵する値を示す。

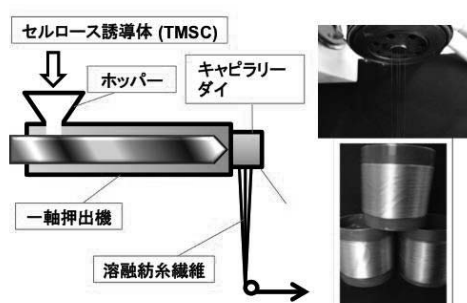


Fig.1 熔融紡糸法によるセルロース樹脂の繊維化

Table 1. 各種高強度繊維との強度比較

強度比較		密度 (g/cm ³)	引張強 度 (MPa)	比強度 (MPa)	弾性率 (GPa)	比弾性率 (GPa)
セルロース系 バイオフィバー	* TMSCファイバー	1.13	696	616	9.4	8.3
	* TMSCファイバー (hydrolyzed)	1.5	725	483	24.6	16.4
	テンセル	1.5	570	380	10-15	6.7-10
	フォレッセ*	1.3	255	196	5	3.8
高強度繊維	ケブラー*	1.43	2793	1953	127	88.8
	ベクトラン*	1.41	2840	2014	104	74.3
	炭素繊維	1.8	4116	2287	235	130.5
	スチール	7.85	2352	300	196	25
	E-ガラス	2.54	2156	849	69	27.2
エンジニアリング プラスチック	ポリエステル (PET)	1.38	930	674	20	14.5
	ナイロン6	1.13	640	566	4.5	4

3. 応用先

TMSC ファイバーの主要な用途はプラスチック用強化繊維である。ガラス繊維や炭素繊維と異なり、製品の軽量化やサーマルリサイクルが可能である。ポリ乳酸 (PLA) などのバイオマスプラスチックへの応用はオールグリーンコンポジット製品の製造が可能となる。またメルトブロースピニングやフォーススピニングの熔融紡糸技術を用いれば連続したナノファイバーの製造が可能となる。特許出願「特願 2014-47951 シリル化セルロースの製造、並びにその製造方法により得られたシリル化セルロース繊維、再生セルロース繊維、及びそれらを配合した繊維強化プラスチック成型体」

古代ガラスビーズの製作技法の解明と復元-遺物から現代への応用-

倉敷芸術科学大学 庶務課 迫田岳臣、生命科学部 健康科学科 加藤敬史

- セールスポイント： ① 発掘された古代ガラスビーズを電子顕微鏡で構造、成分を分析
 ② 結果を基に現代において使用に耐えうるように再現
 ③ 装飾品に展開

1. 研究目的

考古学的出土品の多くはその化学組成を分析し、他の資料と比較検討することによって対象物の製作地域や交易文化などが推察出来るとして多くの研究が行われている。本学も同様の分析機器を所有しており、それらの活用によって途絶えた古代ガラス製作技術の解明に迫りたい。

2. ゴールド・サンドイッチ・ガラスビーズ

古代ガラスビーズのうち、特にゴールド・サンドイッチ・ガラスビーズに着目し、走査電子顕微鏡 (SEM)、および、エネルギー分散型蛍光 X 線分析装置 (EDS) を用いた分析を行った。SEM を用いてビーズに残された微細な加工痕や内部構造の詳細な観察を行い、制作に使用された工具や制作工程を推定し、制作技術、技法の解明を行った。また、EDS を用いてガラス成分の定量分析をおこない、制作地域の推定を行った。

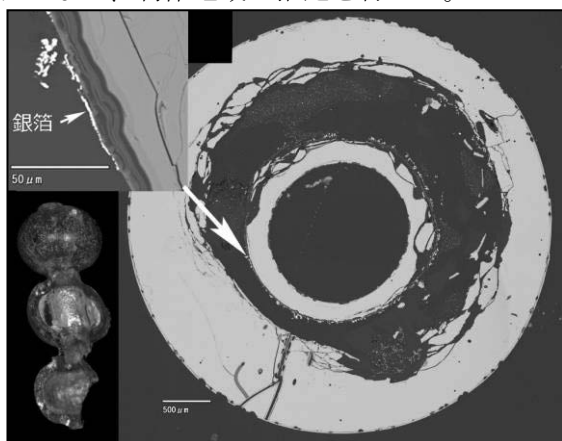


Fig. 1 三連珠の SEM 像

	三角孔珠		三連珠	
	内側	外側	内側	外側
Na ₂ O	15.85	15.02	14.83	16.35
MgO	5.62	5.46	0.86	0.89
Al ₂ O ₃	4.24	4.39	2.46	2.32
SiO ₂	56.9	57.42	69.92	69.25
Cl	0.74	0.69	1.04	1.15
K ₂ O	3.72	3.99	0.40	0.30
CaO	9.6	9.72	9.06	9.43
MnO	—	—	1.44	—
Fe ₂ O ₃	3.33	3.31	—	0.31

Fig. 2 ガラスビーズの化学組成

3. 応用先

これらの分析結果に基づき、ガラスビーズを復元制作し、現代の使用に耐えうるものに改良、ジュエリー作家の助言を得るなどして、再現ガラスビーズを用いた装飾品の制作を行なった。

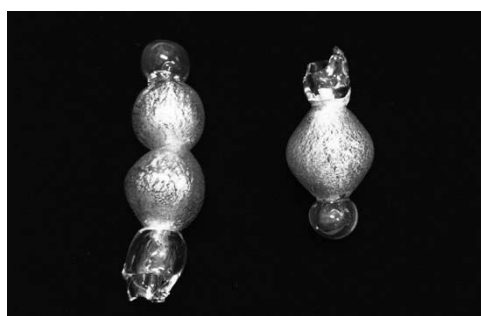


Fig.3 再現したビーズ



Fig.4 装身具