

WASEDA Technology Licensing Organization

TECHNOLOGY OFFERS





量子効果を利用した高効率薄膜太陽電池の研究 Research on High-efficiency Thin-film Solar Cell using Quantum Effect スケーラブル・マイクロ熱電発電デバイスの開発 Development of Scalable Micro Thermoelectric Devices 簡易組み立て工程で実現するポリマーエナジーハーベスター Development of a Simple Fabrication Process for a Printable Piezoelectric Energy Harvest Device FeCo系合金の逆磁歪効果を用いた小型発電素子 Power Generation Micro Device using Fe-Co Metal Alloy 単一入力信号によるMEMSマイクロミラーの3次元駆動 Operation of 3-D MEMS Micro Mirror by Single Superposed Driving Signal 超薄膜 光ルミネッセンスセンサー Ultra-Thin Film Luminescence Sensor 生体表皮における化学バランスのモニタ Monitoring Chemical Balance in Epidermal Barriers 食の安全を守るバイオセンシング技術の開発 Development of Biosensing Technology for Food Safety 紙とマイクロファイバーの重層化基材を用いた自律駆動型灌流培養システム Self-driven Perfusion Culture System using the Paper-based Double-layered Scaffold 「埋もれた界面」の計測技術 ~SERSを用いたプラズモンセンサ及び測定システム~ The New Interface Measuring Device using New Plasmon Sensor and Raman Scattering Spectroscopy 3Dナノ構造界面を有する異種材直接接合 Direct Bonding of Dissimilar Materials Having 3D Nanostructured Interfaces 熱処理による金属材料の疲労き裂治癒 Healing of Fatigue Crack in the Metallic Materials by Heat Treatment カーボンナノチューブ(CNT)の精製方法 A Novel Method for Gas-phase Removal of Catalyst Metals from Carbon Nanotubes Light-Weight, Three dimensional Current Collector of Carbon Nanotube Walls Directly Connected to Metal Films for Rechargeable Batteries & Electrochemical Capacitors

早稲田大学 研究推進部 産学官研究推進センター(承認TLO) WASEDA UNIVERSITY Research Collaboration and Promotion Center



量子効果を利用した高効率薄膜太陽電池の研究

Research on High-efficiency Thin-film Solar Cell using Quantum Effect

景 Background

- 🔶 地球温暖化を防ぐために太陽電池が注目
- 🔶 太陽電池の効率向上が課題

背

- 🔶 ナノ構造の量子効果を利用することによって光の吸収効率を向上
- Much attention has been paid to solar cells to prevent global warming.
- It is necessary for these solar cells to increase their efficiency.
- The quantum effect of nanostructures is expected to enhance the solar cell efficiency.

概 要 Summary

- 🔶 単接合太陽電池では最適なバンドギャップエネルギーが存在(図1)
- 🔶 量子効果を生み出す超格子構造(図2)による励起子(図3)の生成
- 🔶 励起子による光の効率的な吸収(図4)
- There exists a bandgap energy suitable for a single-junction solar cell.
- A superlattice structure (Fig. 2) produces a stable exciton (Fig. 3) using its quantum effect.
- A stable exciton absorbs solar light efficiently.

利 点 Advantage

- ◆ 単接合太陽電池に適したAlGaAs/GaAs/GaAsN超格子構造の利用
- 🔶 超格子構造内に存在する励起子効果による光の吸収係数の向上
- 🔶 太陽電池を直列に接続した多接合太陽電池用の薄膜太陽電池構造
- An AlGaAs/GaAs/GaAsN superlattice is suitable for a single-junction solar cell.
- The light absorption efficiency is enhanced by an exciton in a superlattice.
- The superlattice structure is also suitable for a multi-junction solar cell.

応 用 Applications

- ◆ 光の吸収係数が高くなるため、薄い膜でも高効率の太陽電池の 作製が可能
- 🔶 薄膜であるため、効率の高い多接合太陽電池への応用が可能
- The AlGaAs/GaAs/GaAsN superlattice is thin enough to enhance a singlejunction solar cell efficiency due to its exciton in the superlattice.
- This thin-film superlattice structure is also suitable for a multi-junction solar cell with a higher efficiency.







図2:AlGaAs/GaAs超格子構造

Fig.2 : AlGaAs/GaAs superlattice structure



Electron-hole pair combined by Coulomb attraction

図3:励起子(エキシトン)

Fig.3 : Exciton



図4:励起子による光吸収の計算例 Fig.4:Calculation result of light absorption coefficient enhanced by exciton



スケーラブル・マイクロ熱電発電デバイスの開発

Development of Scalable Micro Thermoelectric Devices

f 景 Background

- ◆環境の微小エネルギーから電力を生み出すエナジー・ハーベスターは IoT社会を実現するキーデバイス
- 🔶 熱電発電は、温度差から半永久的に電力を生み出せる究極の発電技術
- Energy Harvester (EH) is a key device for the "Internet-of-Things" society.
- Thermoelectric (TE) Generation is an ultimate technology to semipermanently generate electric power from a temperature difference.



あらゆるモノがインターネットにつながる社会へ Fig.1 Conceptual image of the Internet of Things (IoT)

概 要 Summary

- 🔶 Siナノワイヤの優れた熱電変換性能を利用
- ◆ Si-LSI製造プロセスで大量生産可能な 微小熱電発電デバイス
- Si nanowire is used as the thermoelectric material.
- Miniaturized TE device fabricated by the Si-LSI process capable of mass-production

利 点 Advantage

- 🔶 低コスト
- 🔶 エコフレンドリー
- ◆高出力密度のTEに最適
- No etching process of Si substrate required.
- No toxic materials included.
- The power generation density increases with shrinking the device size.

応 用 Applications

- 🔶 トリリオンセンサ
- 🔶 ボディエリアネットワーク
- 🔶 スマートビルディング
- Trillion sensor network
- Body Area Network (BAN)
- Smart buildings



熱電変換の原理

熱電発電モジュール

Fig.2 Mechanism of thermoelectric power generation (left) Conceptual structure of the TE power generator fabricated on silicon chip (right).





渡邉孝信、徐泰宇、橋本修一郎、「熱電発電装置」、特願2016-170003, 2016年 8月31日

提案する高密度プレーナ型熱電発電デバイス(左)とシミュレーション による熱分布解析結果(右)

Fig.3 (left) High TE power density device structure and (right) a simulated temperature distribution in the device.



スケーリング則の比較(左)提案構造(右)従来構造 Fig.4 Scaling laws of (left) proposed structure and (right) conventional vertical structure

●研究者名 : 渡邉 孝信 ●所属 : 理工学術院 電子物理システム学科

早稲田大学産学官研究推進センター E-mail:contact-tlo@list.waseda.jp Tel:03-5286-9867



Development of a Simple Fabrication Process for a Printable Piezoelectric Energy Harvest Device

背景 Background

- 環境発電の分野が注目を浴びている
- PΖΤ等各種圧電材料が応用されている
- Energy harvesting from ambient environments has been required as a power source of energy saving device
- Piezoelectricity is a well-known phenomenon that has been widely studied for energy harvesting

概 要 **Summary**

- 🔶 metal nanoinkとインクジェットプリンタで 配線
- 🔶 圧電材料はVDF/TrFE、スピンコート法で塗布
- 1μJを超える発電量

A metal nanoink and a household printer is used for electrode Fabrication and lamination method is used for Assembly of the device

• Electric power of ~ 1.12 μ J was obtained

利 点 Advantage

- 作り方が簡単→ローコストなデバイス
- 比較的安価な材料と装置で製作可能
- 従来の類似方式と比べ大きな発電量
- Easy to Fabricate

用

床

Cheaply Fabrication Process

振動用簡易発電デバイス

人体装着用発電デバイス

Generated Energy is Larger than Previous Work

Applications





図2.ナノインクの印刷回数と抵抗の関係 Fig.2 Printing Time vs Impedance



図3.焼結温度とVDF/TrFEの結晶化の関係 Fig.3 Observe crystallization by FE-SEM



Fig.4 Relationship between electrode pattern and generated power



Fig.5 Relationship between stacking number and generated energy

●研究者名 : 鎌田 裕樹1 ,尹 棟鉉1,佐々木 ,野﨑 **敏**夫¹ 盡 真一2 哲志¹, 中嶋 <u>宇史³,庄子</u> 山浦 関口 뀝

: 早稲田大学1,職業能力開発総合大学校2, 東京理科大学3 ●所属



FeCo系合金の逆磁歪効果を用いた小型発電素子

Power Generation Micro Device using Fe-Co Metal Alloy

背 Background 景

- ◆ エネルギーハーベスティング技術の発展と普及
 - -充電や電池の取り換え、燃料補給が不要
 - ー電源配線も不要
 - ー長期間電力供給が可能

Market expansion of Energy-Harvesting technologies

- Unnecessary for the exchange of the battery, charging, and refueling
- No use of power supply wiring
- Long term power supply

椳 要 Summary

- 新磁歪材料の特性を活かし、 高い発電効率を生む構造
- Vibrational power generating device utilized the characteristic of New Fe-Co based magnetostrictive material

利 点 Advantage

- 🔶 新磁歪材料FeCo系合金の開発 ー加工が容易、耐久性がある (開発元:弘前大学、東北大学金属材料研究所、東北特殊鋼株式会社)
- 高い発電効率を有する振動発電デバイス
- New Fe-Co based magnetostrictive material (Developer; Hirosaki Univ, Tohoku Univ, Tohoku Steel Co., Ltd.)
- Vibrational power generating device with high electrical efficiency

応 用 **Applications**

- 大型から小型までの発電デバイスの設計が可能
- Provide design and fabrication of vibrational power generating devices



磁歪効果による発電原理 Principle of power generation by magnetostrictive material





Fabrication of the Device



LED(4~6Vx5) Emergency Light (without battery)







Infrared remote control (without battery)



Toys (synchronize with sound)

試作デバイス **Applications**

●研究者名 : 関口 哲志¹ ,佐々木 敏夫¹ ,山浦 中嶋 宇史3 ●所属 : ナノ・ライフ創新研究機構¹,職業能力開発総合大学校², 東京理科大学3

刊究は、文部科学省「6大学特異材 無機融合高機能材料開発共同研究プロジェクト による共同研究成果で、「ナノテクノロジー フォーム」事業の支援を受けています。



単一入力信号によるMEMSマイクロミラーの3次元駆動

Operation of 3-D MEMS Micro Mirror by Single Superposed Driving Signal

背 景 Background

- ♦ MEMSマイクロミラーはプロジェクタや内視鏡など 幅広い分野の光デバイスに応用可能
- 🔶 3次元に光を走査するMEMSミラーへの需要
- 🔶 駆動方向の増加によるデバイスの大型化する問題
- MEMS micro mirrors have been widely used for optical devices such as projectors and endoscopes
- Requirement for three-dimensional (3-D) scanning by MEMS micro mirror in addition to 1-D or 2-D scanning
- Increase in device size due to increase in driving direction

概 要 Summary

- 🔶 単一の駆動機構により3つの共振モードを出力
- ◆ 3つの共振周波数を重ね合わせた一つの信号の入力 によって3次元に駆動
- By single driving apparatus, MEMS micro mirror is actuated in three resonant modes
- MEMS micro mirror is operated in 3-D by single superposed signal with the three resonant frequencies

利 点 Advantage

🕨 単一駆動機構や単一駆動信号よるデバイスの小型化

 Miniaturization of whole device by single driving apparatus and single driving signal

応 用 Applications

◆ 3次元画像を取得できる内視鏡や網膜投影プロジェ クタなど3次元映像を取得する小型デバイス

Optical device that acquires 3-D images such as an endoscope and retinal projector



3次元MEMSミラー 3-D MEMS micro mirror

x-rotational mode *z*-parallel mode *y*-rotational mode $f_x = 7.43 \text{ kHz}$ $f_z = 18.35 \text{ kHz}$ $f_y = 31.96 \text{ kHz}$



MEMSマイクロミラーの共振周波数と共振モード Resonant frequencies and modes of MEMS micro mirror



共振周波数の重ね合わせた信号による3次元駆動 3-D operation by single superposed signal with the three resonant frequencies



ーつの入力信号による多軸走査 Multi-axis scanning by single superposed signal

> 早稲田大学産学官研究推進センター E-mail : contact-tlo@list.waseda.jp Tel : 03-5286-9867



超薄膜 光ルミネッセンスセンサ-

Ultra-Thin Film Luminescence Sensor



二層構造を有するレシオメトリック発光センサー Ratiometric-luminescence sensor with bilayered structure (Ref: ACS Appl. Mater. Interfaces, DOI: 10.1021/acsami.6b06075)





生体組織の温度マッピング(例:カブトムシの背部筋肉) Temperature mapping of living biological tissues (e.g., dorsal muscle of a beetle).



spatial resolution of nanosheet sensor

Background

- ▶ 生体情報のセンシング技術
- 従来技術における課題:細胞から組織までを シームレスに可視化、生体組織表面への安定 なプローブの固定、振動する対象物の観察
- Development of bio-sensing technology.
- Drawbacks in conventional bio-imaging technology: Seamless imaging from cells to tissues; Stable fixation of probes on the surface of biological tissue; Vibration control of monitored objects.

概 要 Summary

- ◆ 自己支持性高分子ナノシート(数十~数百ナノ メートル厚)からなる光ルミネッセンスセンサー
- ◆ 担持するセンサー色素の種類に応じて検出項目を 選択可能(例:温度・酸素濃度)
- 🔶 レシオメトリックな生体情報のセンシング
- Luminescence sensor made from free-standing polymer nanosheets with the thickness of tens to hundreds of nanometers.
- Versatile fabrication by selecting sensor dyes (e.g., temperature, oxygen concentration).
- Ratiometric sensing of biological information.

利 点 Advantage

- 🔶 生体組織などの凹凸表面に接着剤不要で貼付
- 🔶 超薄膜状構造により高い時空間分解能を達成
- 🔶 幅広いマッピング領域(細胞数個から組織まで)
- To be stuck on biological tissues w/o glue fixation.
- High spatiotemporal resolution by ultra-thin structure.
- Wide-mapping range from a few cells to tissue size.

用 Applications

応

- 🔶 貼れるセンサー(高い時空間分解能・使い捨て可)
- ▶ 極限環境(宇宙・深海), 手術現場(脳・血管)
- Sticky sensor (High-spatiotemporal resolution, disposable).
- Sensors for extreme environment, surgical situation, etc.

●研究者名 : 藤枝 俊宣^{1, 2} ,佐藤 裕崇³ ,武岡 真司⁴ ●所属 : 高等研究所¹ , JSTさきがけ² , Nanyang Technological University³ ,理工学術院 生命医科学科⁴



生体表皮における化学バランスのモニタ

Monitoring Chemical Balance in Epidermal Barriers

背 景 Background

- 🔶 スマホによる物理センサシステムが急速に進歩している
- 🕨 医学上の知見に基づく判断には化学センサも必要
- 🔶 化学センサを物理センサ並みに使い易くすることが鍵
- Physical sensor system based on a smartphone device is being established.
- Diagnosis based on medical knowledge needs chemical sensors.
- Friendly chemical sensor device like physical one is a key.



. 複数の化学物質をスマホでモニタするFETセンサ Fig.1 Multi FET sensor system monitored from a smartphone

概 要 Summary

◆ 複数の化学物質をスマホから同時モニタする技術を開発 (Fig.1)

- 🔶 心と体の健康に繋がるホルモンや免疫物質を検出 (Fig.2)
- ◆ 皮膚pHを10秒以下で正確に測定する手法を開発 (Fig.3)
- Detection of multiple chemicals in epidermal barriers from a smartphone
- Challenging to monitor stress hormones and small ions for healthcare.
- Accurate measurement method of skin pH within 10 sec

利 点 Advantage

- 🔶 シリコンファブで量産可能な低コストFETセンサ
- 🔶 測定対象を乱さない高インピーダンス非侵襲計測
- 🔶 複数の生体マーカーを同時にモニタして解析できる
- Low-cost mass production of FET sensors at silicon fab
- High impedance FET sensor gives a non-invasive detector.
- Simultaneous data monitoring from multiple markers

応 用 Applications

- ◆ 皮膚の状態モニタによる健康・美容チェック (Fig.4)
- ◆ ペットおよび産業動物の体と心の健康管理 (Fig.5)
- 🔶 唾液等を用いた家庭および職場でのストレス診断
- Skin condition monitoring for health and beauty care
- Health management for working/companion animals

●研究者名 : 大橋 啓之, 逢坂

Stress diagnosis at office/residence using salivary analysis

●所属 : ナノ・ライフ創新研究機構

哲彌



生体表皮からの検出対象物質

Fig.2 Sensing targets in epidermal barriers



真の皮膚表面pH推定方法

Fig.3 Estimation of true skin pH



皮膚pHと皮膚表面物質 Fig.4 Skin pH and detected substances



動物の皮膚pH

Fig.5 Animal skin pHs on various regions



食の安全を守るバイオセンシング技術の開発

Development of Biosensing Technology for Food Safety

背 景 Background

- 🔶 食に対する安全性の確保は昨今の流通のグローバル化の下で重要である。
- ▶ 例えば、食品アレルギー患者数は先進国を中心に増加の一途を辿っている。
- 🔶 食品中の混入物(食物アレルゲン等)検査技術の簡素化が求められている。
- Food safety assurance is of great importance under the globalization of distribution in recent years.
- For example, the number of food allergy patients has continuously increased year by year.
- Simple technique for detecting contaminants (i.e. food allergens) in foods is awaited.

概 要 Summary

- 🔶 半導体バイオセンサを用いて、食品中の微量含有物質の簡易検出を行う。
- ◆ 微量でもアナフィラキシーショックを引き起こす食物アレルゲンの有無を判定する技術を開発した。
- Semiconductor-based biosensors can detect a small amount of target molecules in foods.
- We have developed a biosensing technology to determine the presence of anaphylactogenic food allergens.

利 点 Advantage

- 🔶 迅速・簡便・高感度・低コストの方法
- 🔶 低消費電力の小型バイオセンサチップ
- 🔶 スマートフォンによる検査結果の読み出し
- Rapid, easy-to-use, high-sensitivity and low-cost method
- Low-power-consumption driving biosensor chips
- Control and analysis by smartphone

応 用 Applications

- 🔶 食品工場や小学校、家庭における簡易食品検査
- 🔶 センサの小型集積化による多項目同時検出
- 🔶 アレルゲン以外のタンパク質検出への利用
- Easy food check at factories, schools and homes
- Simultaneous multiplex detection by sensor integration
- Applicable to detection of various protein except allergens



半導体バイオセンサを利用した食物アレルゲンの検出.(a)半導体バイオセンサの写真と概念図。同センサはターゲット物質の電荷を検知 するセンサである。レセプターを変更することで、多種多様なターゲットを検出できる。(b)食物アレルゲンのような低分子タンパク質 の高感度検出法として、界面活性剤でタンパク質を処理する手法を開発した(日本製粉株式会社と共同で特許出願済)。(c)無線通信を 利用することで、半導体バイオセンサによるアレルゲン検出データのスマートフォンによる読み出しが可能となる。

Semiconductor-based biosensor for food allergen detection. (a) Photograph and schematic illustration of semiconductor-based biosensor. (b) Signal amplification in electrochemical detection of buckwheat allergenic protein using field effect transistor biosensor by introduction of anionic surfactant. (c) A prototype sensor module and a smartphone application which manages the module were developed for detecting food allergens.





紙とマイクロファイバーの重層化基材を 用いた自律駆動型灌流培養システム

Self-driven Perfusion Culture System using the Paper-based Double-layered Scaffold

皆 景 Background

- ┝ 血流の'ずり応力'などメカノストレスは生体組織形成に重要
- 🔶 培養液を灌流させる細胞培養法はモデル実験系として有用
- ・従来の灌流培養系の問題点:[1]高度な微細加工施設が必要、
 [2]周辺機器でシステム全体が複雑化、[3]閉鎖系かつ小さ
 な培養面積 (μm² ~ mm²)
- Mechanostress (e.g. shear stress caused by blood flow) plays an important role in the development and formation of various biological tissues.
- Perfusion culture circulating a medium is a promising method for applying shear stress to cells in cultivation.
- Disadvantages of the hitherto reported perfusion culture systems : [1] Advanced nanotechnology facilities are needed to fabricate devices. [2] Peripheral equipment tends to make a whole system large and complicated. [3] Closed and small culture area (µm²~mm²).

利 点 Advantage

- 🔶 容易に作製可能な簡便なシステム
- ♦ 開放系かつcm²スケール以上での灌流培養が可能
- ◆ 培養液の流れによる細胞への効率的なメカノストレスの 負荷 (図3)
- Simple and easy-to-fabricate
- Open and large culture area (cm²)
- Mechanostress caused by the medium flow can be effectively applied to the cells cultured on the scaffold (Fig.3).

要 Summary

- ◆細胞接着性に優れるゼラチンのマイクロファイバーをエレクト ロスピニング法で紙の上に紡糸した重層化基材を開発(図1)。
- ◆ 紙の毛細管現象とサイフォン原理により自律的に培養液を灌流 させる (図2)。培養液面の高低差で流量制御可能。
- The double-layered scaffold consisting of a paper for medium perfusion and electrospun gelatin microfibers for cell adhesion is developed (Fig.1).
- Self-driven, stable, and constant perfusion of the medium has been achieved by using both capillary action and siphon phenomenon of the paper-layer (Fig.2). The flow rate is controllable just by changing the height levels.

応 用 Applications

- ◆開放系かつ大面積の足場基材ならびにメカノストレスを利用した大型の三次元再生生体組織の作製
- 🔶 大型の厚い生体組織の灌流培養
- ┝ 開放系を利用した気液界面での上皮組織の培養
- Fabrication of three-dimensional large and thick engineered tissues by using a large and open culture area of the scaffold, and mechanostress.
- Perfusion culture of large and thick tissues.
- Culture of epithelial cells and tissues at air-liquid interface.
- Ref.) Ozaki A, Arisaka Y, Takeda N, Self-driven perfusion culture system using a paper-based double-layered scaffold, Biofabrication. 2016 Aug 22;8(3):035010. doi: 10.1088/1758-5090/8/3/035010.



図1 紙とマイクロファイバーの重層化培養基材の作製法 (左)と構造および各層のSEM像 (右) Fig.1 The paper-based double-layered scaffold. Preparation (left),structure and SEM images (right). 図2 自律駆動型灌流培養システム Fig.2 Self-driven perfusion culture system.



図3 灌流培養液のメカノストレス負荷による血管内皮細胞の一方向配向 制御 (SEM像、矢印: 流れ方向)

Fig.3 SEM images showing orientation control of endothelial cells by loading mechanostress in a direction of the perfusing medium (arrow: direction of the medium flow).

●研究者名 : 武田 直也
 ●所属 : 理工学術院 生命医科学科

9

「埋もれた界面」の計測技術 The New Interface Measuring Device using New Plasmon Sensor

SERSを用いたプラズモンセンサ及び測定システム and Raman Scattering Spectroscopy

f 景 Background

- ◆ 分析プローブが届かない埋もれた界面の測定は難しい
- ▶ 非破壊測定が困難、測定機器が大型で操作が困難
- Non-destructive depth profile analysis, is difficult
- High-precision nondestructive inspection is difficult
- Complicated operations of large measurement equipment.

利 点 Advantage

- ◆ 0.1nm以下の深さ分解能、現状10倍以上の高感度
- ◆ 非破壊計測、安価、その場観察が可能
- Depth-resolution 0.1nm or less (More than 10 times of the present sensitivity)
- High-precision nondestructive inspection, low cost and high measurement convenience



敬之

応用化学科

●研究者名 : 本間

●所属 : 理工学術院

概要 Summary

- ◆ ナノスケールでの固液界面など材料表面から埋もれ た界面や原子レベルの化学構造変化が測定可能
- Molecular configuration at buried interface, i.e. solid / liquid, Chemical structure change of the atomic level, are simply measured in nanometer scale.

応 用 Applications

- ◆磁気ディスクめっき液界面、Liイオン電池、 半導体デバイスなど
- High-density optical recording multilayer film, a variety of devices, i.e. magnetic disks or semiconductors, Li ion battery, fuel cell, vital reaction, and so on.



E-mail : contact-tlo@list.waseda.jp Tel : 03-5286-9867



3Dナノ構造界面を有する異種材直接接合

Direct Bonding of Dissimilar Materials Having 3D Nanostructured Interfaces

背 景 Background

- ◆ 熱可塑性炭素繊維強化複合材料(CFRTP)の自動車車体 への適用及び、生産性, リサイクル性, 燃費の向上
- ◆ マルチマテリアル化によるCFRTPとアルミニウム 合金(AI)の接合技術開発
- Application of carbon fiber reinforced thermoplastic (CFRTP) composites to vehicles and improvement of their productivity, recyclability and fuel economy
- Development of joining technology between CFRTP and aluminum alloy for the multimaterial light weigh vehicles



CFRTPとAIの直接接合 Bonding between CFRTP and AI

Al表面のナノスパイク構造 Nanospike structure on Al surface



アルミニウムで破断した接合試験片 Single-lap joint specimen broken in aluminum plates

概 要 Summary

- 🔶 AI表面上のナノスパイク構造(NSS)の作製
- ◆ CFRTPとAlのホットプレスによる直接接合
- 🔶 シランカップリング処理による接着強度の向上
- Fabrication of nanospike structure (NSS) on aluminum surfaces
- Direct joining of CFRTP and Al by hotpress
- Improvement of adhesive strength by silane-coupling treatment

点 Advantage

利

- 🔶 従来の接着剤よりも高い接着強度を実現
- ◆ CFRTPとAIのみの直接接合のため高いリサイクル性
- Higher adhesion strength due to anchor effects
- Excellent in recyclability for only Al and CFRTP use

応 用 Applications

- 🔶 輸送機器部材等のホットプレスによる直接接合
- ♦ CFRTPとAIの新規複合材料の開発
- Direct bonding of transportation equipment members by hotpress molding
- Development of new composites based on CFRTP and AI

接着強度の比較 Comparison of adhesion strength



FE-SEMによる破面観察 Observation of fracture surfaces by FE-SEM

宏之

●研究者名: 阿部 暉,細井 厚志,川田
 ●所属:理工学術院 機械科学・航空学科



熱処理による金属材料の疲労き裂治癒

Healing of Fatigue Crack in the Metallic Materials by Heat Treatment

背 景 Background

- 🔶 インフラ構造物の老朽化による破壊事故
- 🔶 機械・構造物の破壊原因の約8割が疲労破壊
- Failure accidents by deterioration of infrastructure
- Fatigue is the main cause of failures in metallic structures.

概 要 Summary

- 🔶 き裂先端近傍では約90%の疲労き裂治癒を実現
- 🔶 約75%の静的引張強度の回復を実現
- ◆ 真空加熱による酸化膜除去及び塑性誘起き裂閉 口、原子拡散による疲労き裂治癒
- Implementation of fatigue crack healing of 90%
- Implementation of static tensile strength of 75%
- Fatigue crack healing due to elimination of oxide film by vacuum heating, plasticity-induced crack closure and atomic diffusion.

利 点 Advantage

- 🔶 真空炉で加熱するだけで容易に疲労き裂を治癒
- 🔶 機械・構造物の長期信頼性及び耐久性の向上
- ◆ 修理・廃棄の間隔を延伸させライフサイクルコ ストを削減
- Healing of crack healing by heating in vacuum furnace
- Improvement of long-term reliability and durability of machines and structures
- Reduction of life cycle cost by extending intervals of repair or disposal

応 用 Applications

- 🔶 橋梁などの構造部材へのメンテナンス
- 🔶 エンジン部材のような高付加価値製品の修理
- Maintenance for components of infrastructures
- Repair of high-value-added products such as aircraft engine members



治癒前後の疲労き裂の観察 (SUS316) Observation of fatigue crack in SUS316 before and after crack healing



き裂治癒前後の疲労き裂進展特性の評価 Evaluation of fatigue crack growth behavior before and after crack healing



き裂治癒前後の静的引張特性の評価 Evaluation of static tensile properties before and after crack healing





●研究者名 : 野田 優, 浜田 航綺
 ●所属 : 理工学術院 応用化学科

13

WTLO

早稲田大学 産学官研究推進センター WASEDA University Research Collaboration & Promotion Center

Light-Weight, Three dimensional Current Collector of Carbon Nanotube Walls Directly Connected to Metal Films for Rechargeable Batteries & Electrochemical Capacitors

Summary

- Provide light-weight, 3D current collectors of CNT wall-Metal composite films for various battery/capacitor devices.
- CNT-walls directly connected to metal foils without any binder are realized via rapid and simple processes.
- Vapor deposition yields 2–10 μ m-thick layers of Al and Cu for cathodes/anodes in 10–60 s.
- Heights & spacing of CNT walls are adjustable in a range of 10–100 μm and compatible with various active materials.
- Thick and porous Si-alloy anodes are demonstrated using CNT-Cu current collectors.

Advantage

- CNT wall roots buried in metal layer ightarrow Stable & conductive connection
- Height/spacing tailored at 10–100 μm → Active materials deep in the space with good electrical connection. CNT forests are too fine; active materials shallow at top sub μm of tens-nm-spaces. Metal foams are too coarse; active materials unconnected electrically in sub-mm-spaces.



IP overview

Title : Composite membrane and a method of manufacturing the same Inventors: Suguru Noda, Shigeki Aoi, Yusuke Morikawa, Yoichiro Honda Sellout : Y License : Y

CNT-Cu Hierarchal Structure

Patent : PCT application (PCT/JP2016/055888)

Filler-Embedded Metal Foils?



●研究者名 : Suguru Noda, Shigeki Aoi, Yusuke Morikawa, Yoichiro Honda ●所属 : Department of Applied Chemistry, School of Advanced Science and Engineering, Waseda University _____ WASEDA UNIVERSITY

Research Collaboration and Promotion Center E-mail : contact-tlo@list.waseda.jp



早稲田大学研究推進部 産学官研究推進センター(承認TLO)

WASEDA UNIVERSITY Research Collaboration and Promotion Center



発行元

早稲田大学 研究推進部 産学官研究推進センター(承認TLO)

〒162-0041 東京都新宿区早稲田鶴巻町513 120-4号館201室 TEL 03-5286-9867 FAX 03-5286-8374 E-mail contact-tlo@list.waseda.jp U R L http://www.waseda.jp/top/research/tlo

WASEDA UNIVERSITY

Research Collaboration and Promotion Center (WASEDA Technology Licensing Organization)

Room No.201, Building No.120-4 513, Waseda Tsurumaki-cho, Shinjuku-ku, Tokyo, 162-0041,Japan TEL +81-3-5286-9867 FAX +81-3-5286-8374 E-mail contact-tlo@list.waseda.jp U R L https://www.waseda.jp/top/en/research/tlo