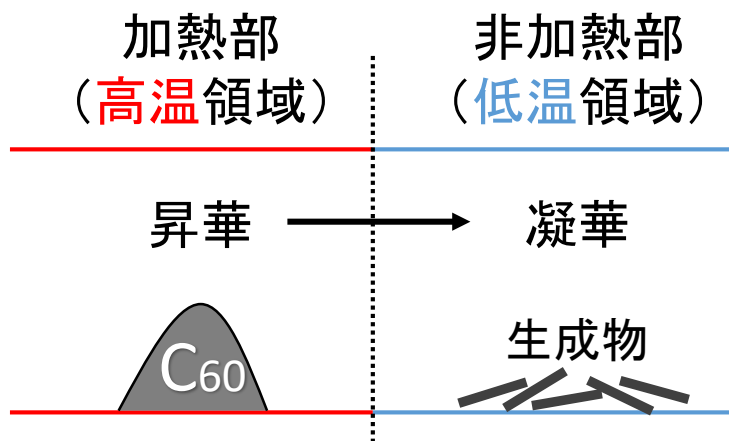


気相成長による フラーレンマイクロ構造体の形成技術

電気通信大学 情報理工学研究科
基盤理工学専攻
助教 塚本貴広

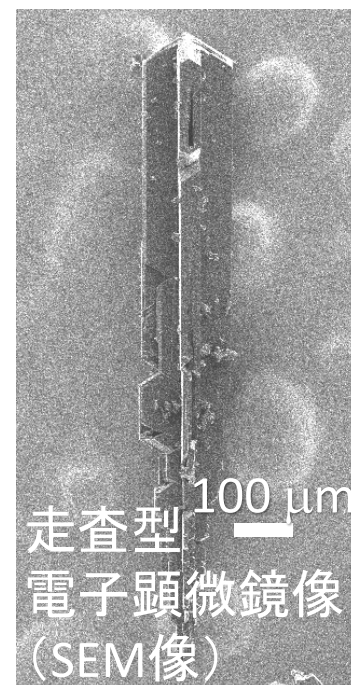
- 気相成長によるフラーレンマイクロ構造体の形成技術を紹介
- 加熱により昇華させたフラーレンを原料
- マイクロスケールの柱状構造をしたフラーレンの集合体を短時間かつ簡便に形成する技術



昇華法による気相成長

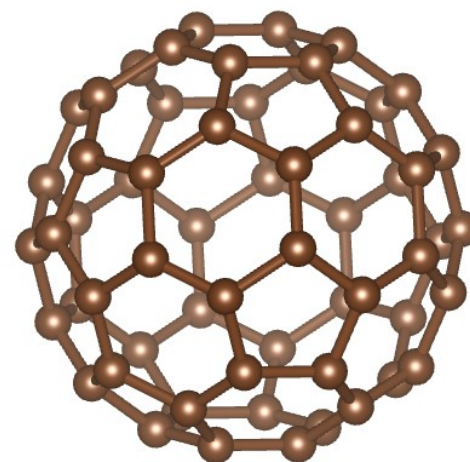


気相成長による
フラーレンマイクロ構造体の
大量合成技術



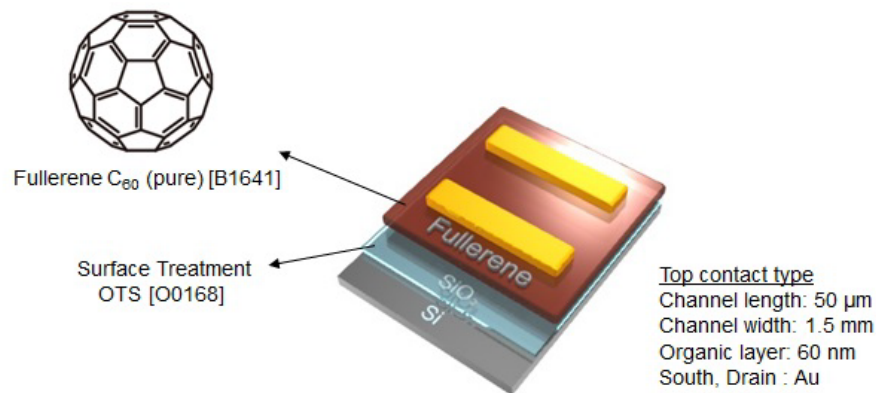
フラーレン

- サッカーボール状の構造をしたカーボン材料
- 有機エレクトロニクスにおけるN型半導体材料
- アーク放電などにより合成
- 炭素原子60個からなる C_{60} や C_{70} など存在
- 金属内包フラーレン(Liイオンなど)
- 有機分子修飾フラーレン



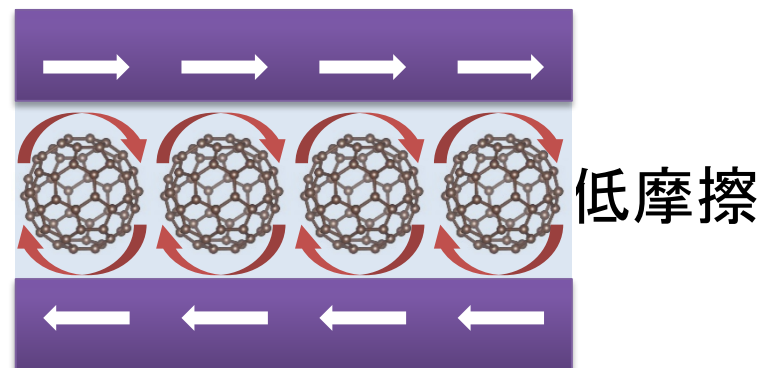
フラーレン

有機トランジスタ応用

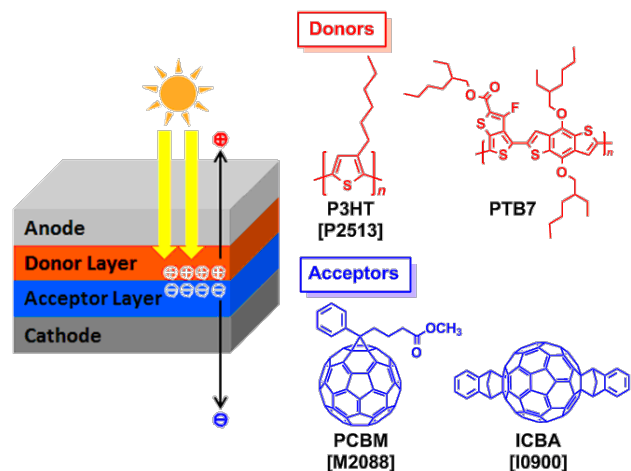


<https://www.tcichemicals.com/ja/jp/custom-synthesis/c60.html>

潤滑剤

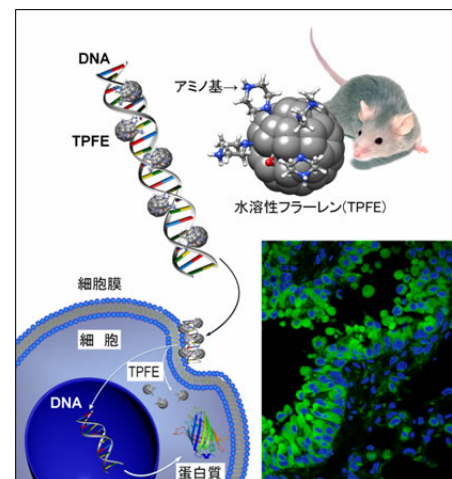


太陽電池・燃料電池応用



https://www.tcichemicals.com/eshop/ja/jp/category_index/12802/

医療応用



<https://www.jst.go.jp/pr/announce/20100223/index.html>

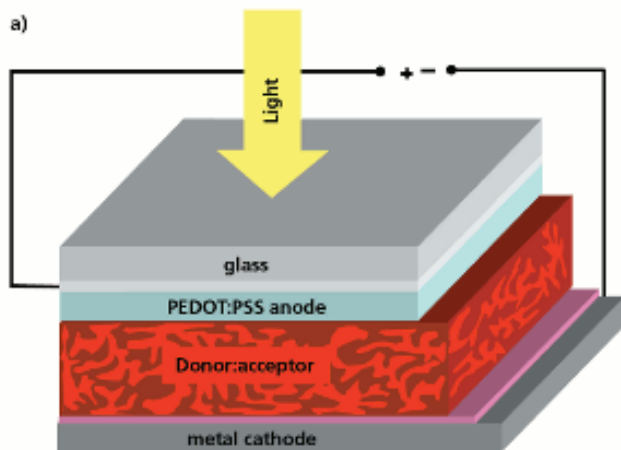
フラーレン構造体

フラーレン...粉状のナノ材料

基板に固定などの工夫, 3次元構造体として利用

フラーレン構造体の利点

- 立体構造による大きな表面積 ⇒ 表面反応が増大
- 結晶配列充填 ⇒ 優れた電気伝導特性が期待



例えば、
有機太陽電池における課題

- N型とP型半導体の接触面積の増大
- 電流パスの増大と直列抵抗の低減

<https://www.sigmaaldrich.com/japan/materialscience/org-electronics/organicelectronics-tutorial/pcbm-semiconductors.html>

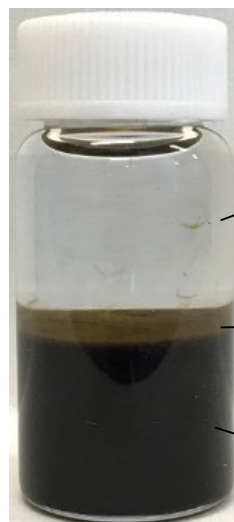
有機太陽電池

フラーレン構造体に利点

フラーレン構造体の形成技術の開発
創エネルギー分野に貢献

フラーレンナノウィスカー

- ◆ マイクロスケールのフラーレン構造体
- ◆ 繊維状結晶
- ◆ 液液界面析出法を用いて形成

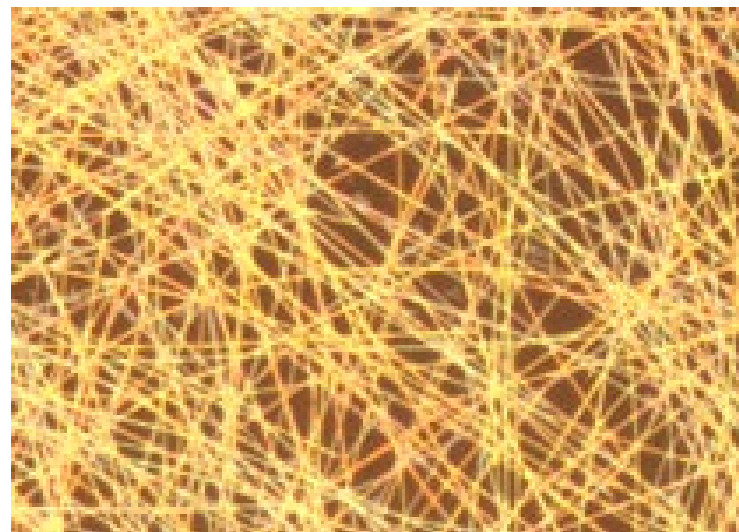


イソプロピル
アルコール
(IPA)

液-液界面

フラーレン
分散液

フラーレンナノウィスカー作製



<http://tachibanalab.jp/research/fullerene.html>

光学顕微鏡像

フラレン構造体形成における従来技術では液液界面析出法が用いられているが、

- フラレン構造体の形成に1日以上の時間を要する
- 液液界面に形成するため、液液界面の振動が形成に大きく影響を与えてしまう
- フラレン構造体を液液界面から回収する技術が必要

等の課題があり、広く利用されるには至っていない。

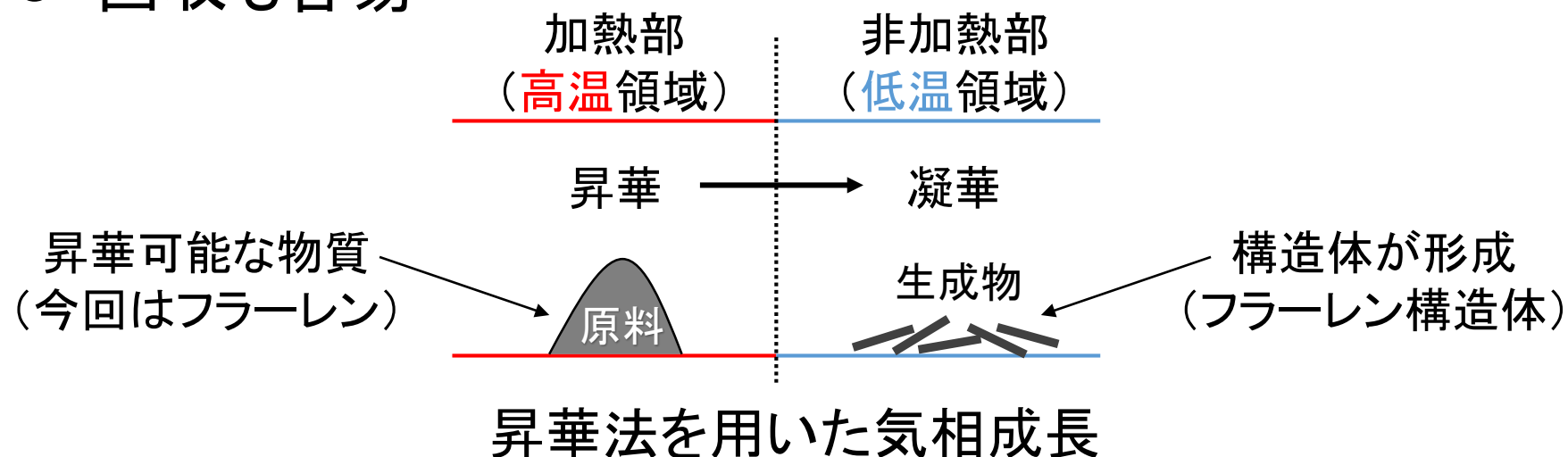
- 昇華法による気相成長技術
- フラーレンマイクロ構造体の製造装置
- 柱状構造をしたフラーレンマイクロ構造体
Fullerene Nano Finned-Pillar (FNFP)

昇華法を用いた気相成長技術

- 加熱して昇華させた原料を用いる
- 冷却領域での凝華反応による構造体形成

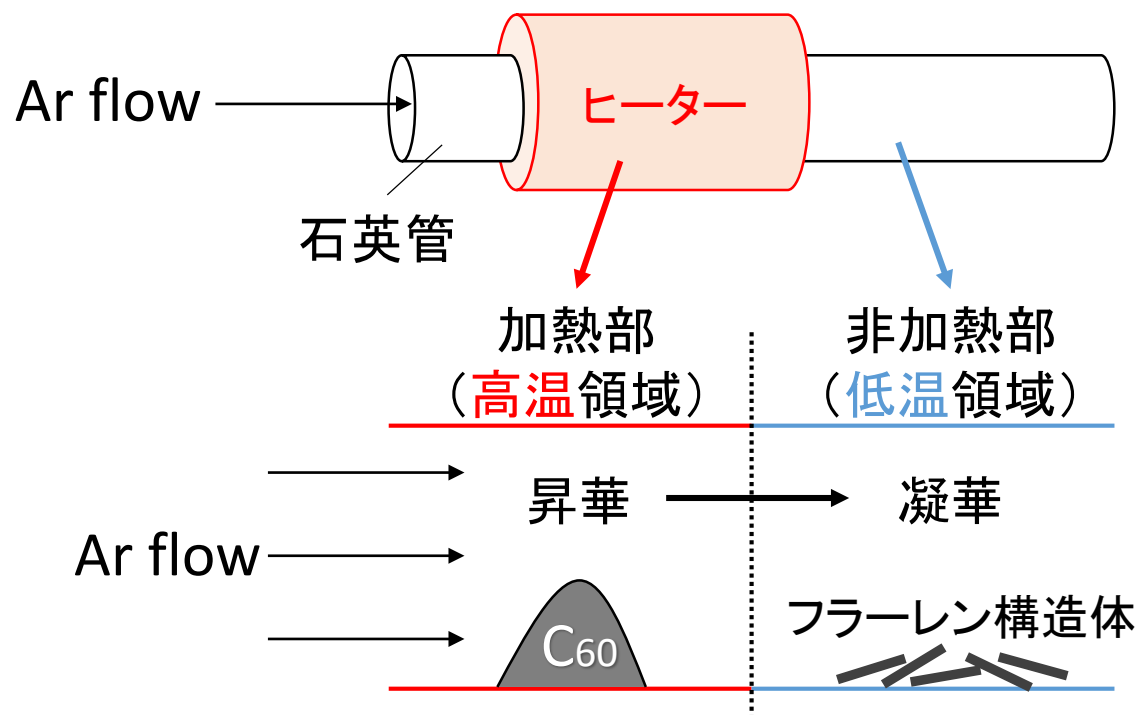
従来技術に比べて

- 形成速度が速い
- 振動などの外部環境の影響なし
- 回収も容易



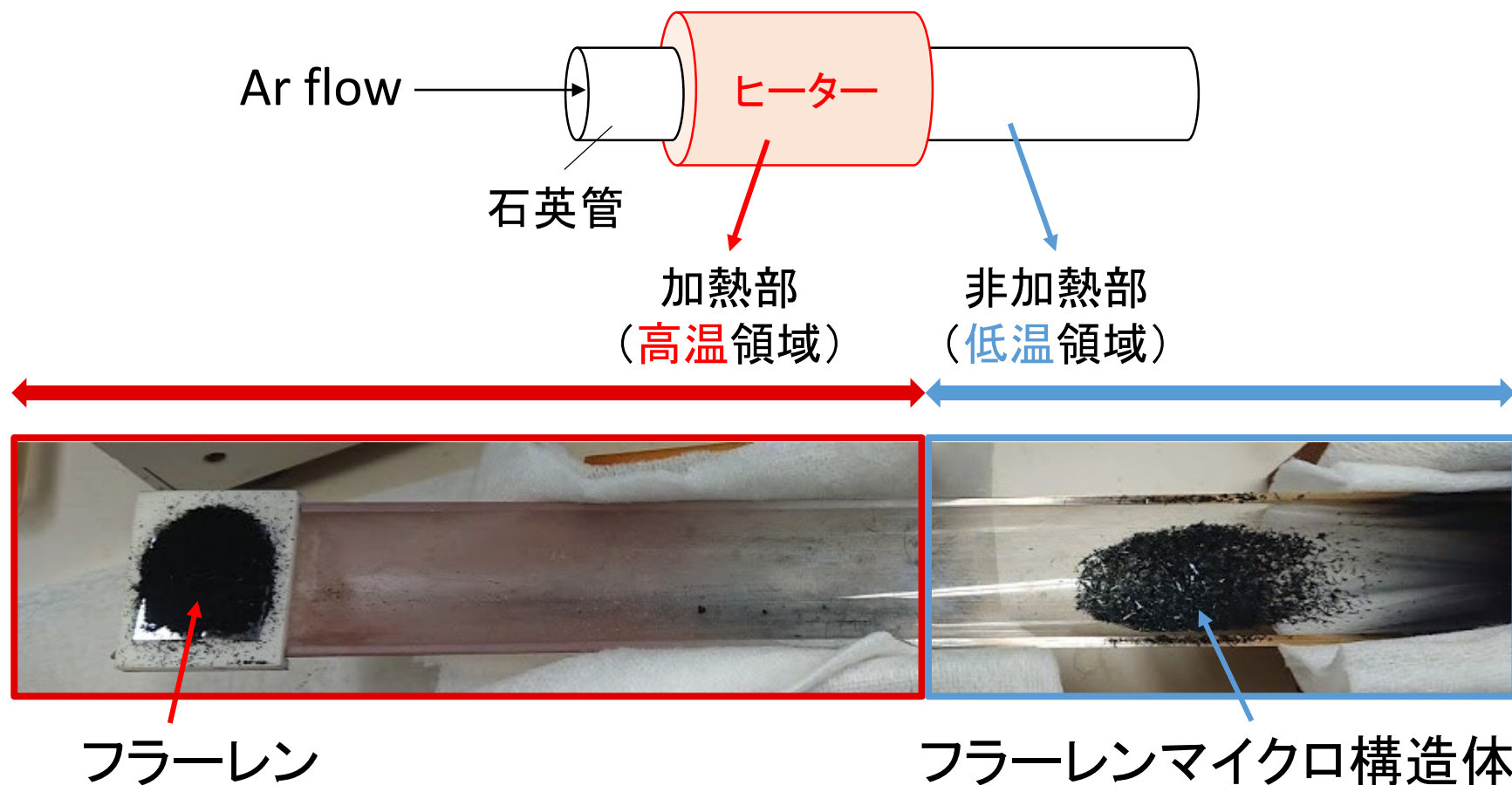
フラーレンマイクロ構造体の製造装置

- 石英管の一部にヒーターを設置
- 不活性ガス(アルゴン)を一方向に流す



フラーレン構造体の製造装置

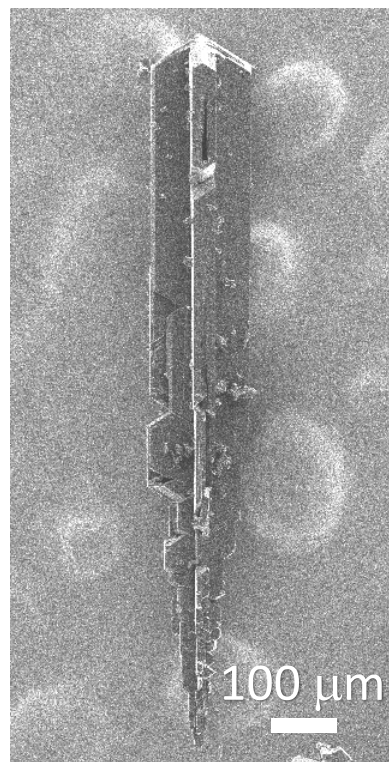
フラーレンマイクロ構造体の製造装置



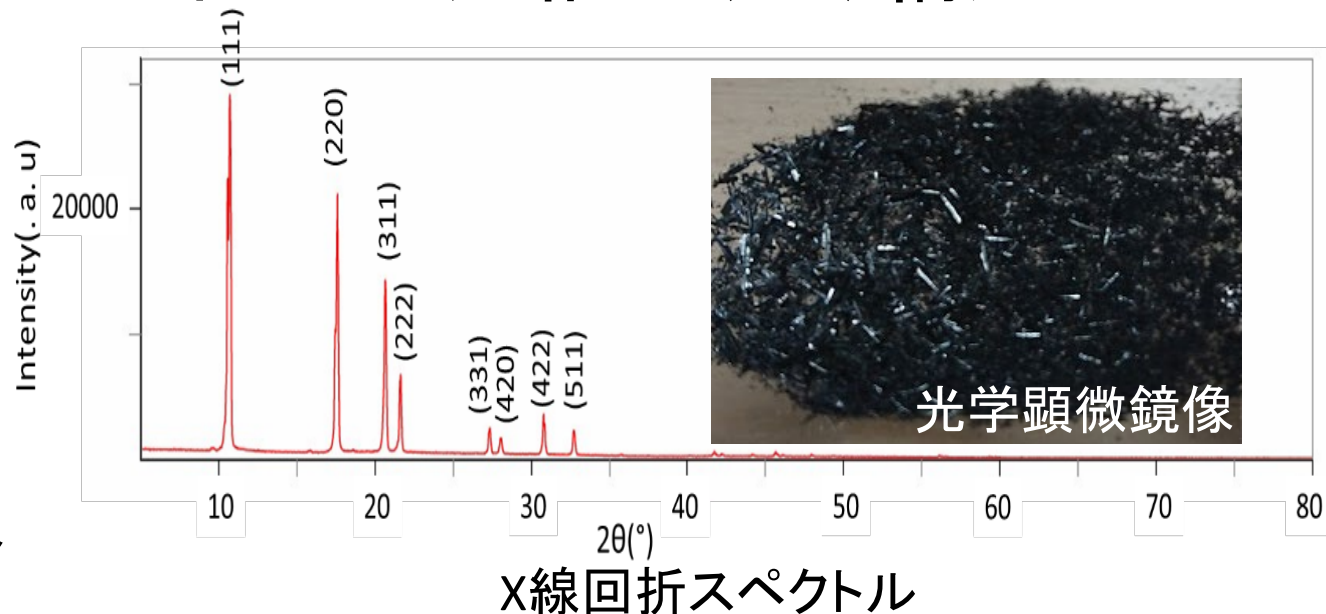
低温領域においてフラーレンマイクロ構造体が形成

柱状構造をしたフラーレンマイクロ構造体 Fullerene Nano Finned-Pillar (FNFP)

- マイクロ・ミリスケールの構造体
- 柱状構造
- フラーレンが結晶配列充填
面心立方格子 (fcc) 構造



走査型電子顕微鏡像
(SEM像)



	従来技術 フラーレンナノウィスカー FNW	本技術 フラーレンマイクロ構造体 FNFP
構造	繊維形状	柱状構造
製造方法	液液界面析出法	気相成長
形成速度	× (1日程度)	○ (1時間以下)
大量生産	×	○ (回収も容易)
形成条件	除振が必要	加熱が必要 (700℃以上)

従来技術の課題であった、

- 形成速度が遅いこと
- 外部環境の影響が大きいこと
- 回収に技術が必要であることを改良することに成功した。

短時間でマイクロ・ミリスケールに及ぶ
フラレンマイクロ構造体が提供可能となった。

本技術により、
フラレン構造体の市場への提供及び応用研究
としての幅広い利用が期待される。

- 有機エレクトロニクスにおけるN型半導体材料
- 電氣的な配線材料
- 有機太陽電池・燃料電池などの電極材料
- 触媒担持材料
- 医療応用
- その他、異種複合材料、フィルタ材料など

- フラレンマイクロ構造体の製造装置の改良
及び製造技術の高度化
(構造制御や形成速度向上に向けた実験データの蓄積)
- フラレンマイクロ構造体の基礎物性評価
(電気特性、光特性などの基礎物性評価)
- フラレンマイクロ構造体を用いた実証実験
(本材料を用いた応用研究への展開と特性評価)

- フラーレンマイクロ構造体の形成技術の高度化、気相成長技術を用いた応用研究や装置開発に関して共同研究を希望
(温度制御などの製造装置開発、気相成長技術を他の材料に応用など)
- フラーレンマイクロ構造体の用途開発に興味がある企業との共同研究を希望
(フラーレンマイクロ構造体を用いた応用研究など)
- N型半導体材料を用いた応用研究に興味がある企業との共同研究を希望
(N型半導体材料応用、電極材料応用など)

発明の名称 : フラーレン構造体、その製造方法、
及びその製造装置

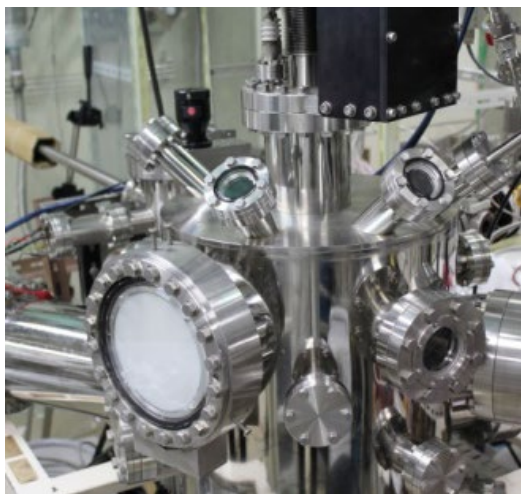
出願番号 : 特願2020-011562

出願人 : 電気通信大学、横浜国立大学

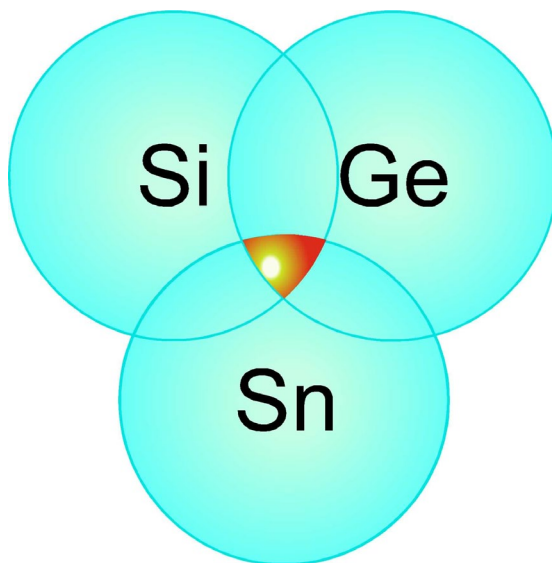
発明者 : 塚本貴広、大矢剛嗣、大西拓

その他の研究テーマ紹介

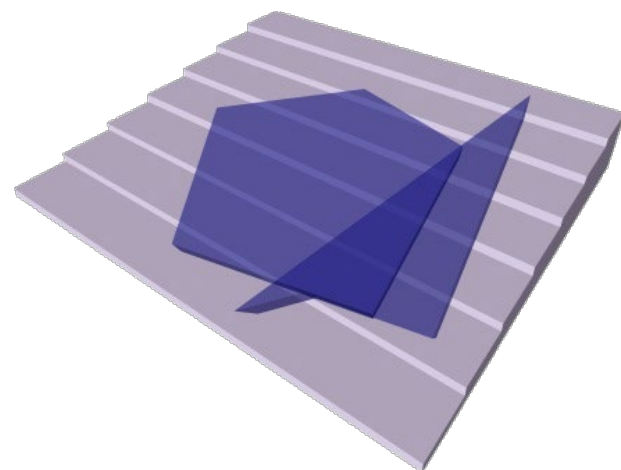
- 真空技術（超高真空成膜技術、スパッタ技術）
- 電子材料（Si系半導体材料SiGeSn、グラフェン）
- 光材料（Si系発光材料GeSn）



真空装置



SiGeSn



グラフェン

国立大学法人電気通信大学
産学官連携センター
産学連携ワンストップサービス

TEL 042-443-5871

FAX 042-443-5725

E-mail onestop@sangaku.uec.ac.jp