

研究課題名：

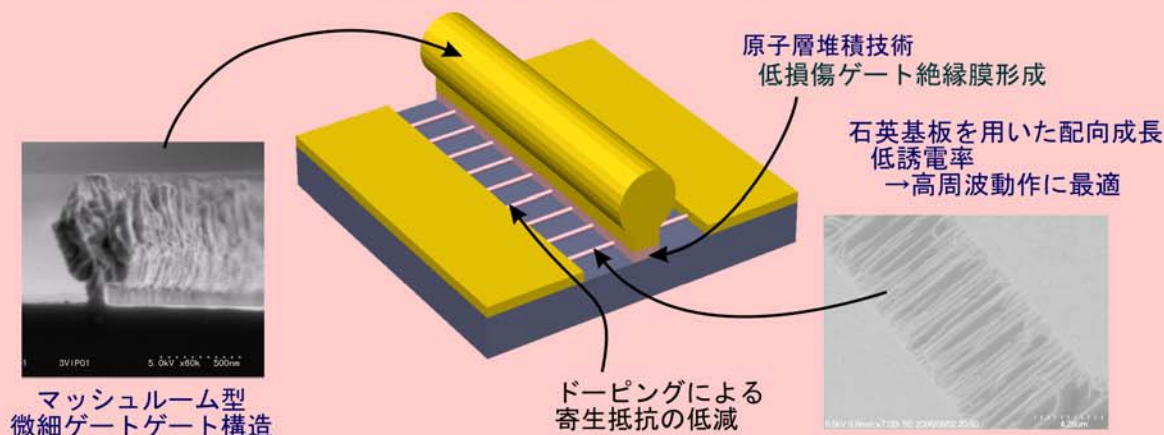
ナノゲート・カーボンナノチューブFETの研究開発

大野 雄高

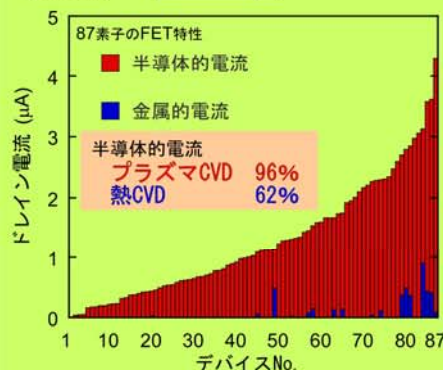
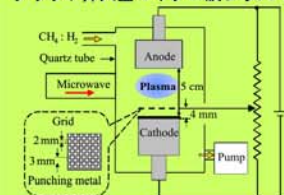
名古屋大学工学研究科

研究の目的・概要

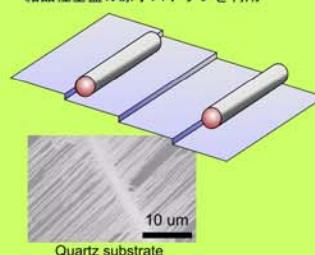
微細ゲートナノチューブFETのデバイスデザインと高速性能追求



半導体ナノチューブの優先成長技術
グリッド挿入型マイクロ波プラズマCVD



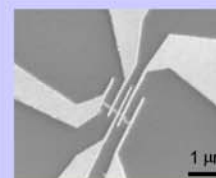
ナノチューブの配向成長技術
結晶性基盤の原子ステップを利用



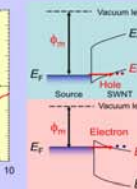
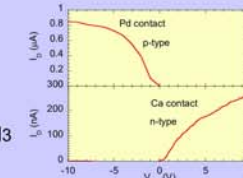
微小触媒配置技術
ナノリソグラフィ
EB, Nano-imprint



低抵抗コンタクト形成・評価技術

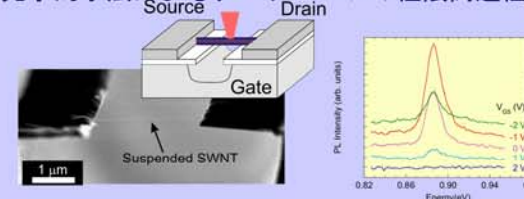


ドーピングによる
コンタクトの低抵抗化
Dopant
n-type: APTES, TTN
p-type: F4TCNQ, FeCl3



多端子デバイスによるコンタクト抵抗・電極界面評価

光学的手法によるナノチューブの極限高速性の解析



架橋構造ナノチューブFETにおいて
10fs 時間分解発光分光

キャリア移動度
飽和速度
散乱機構

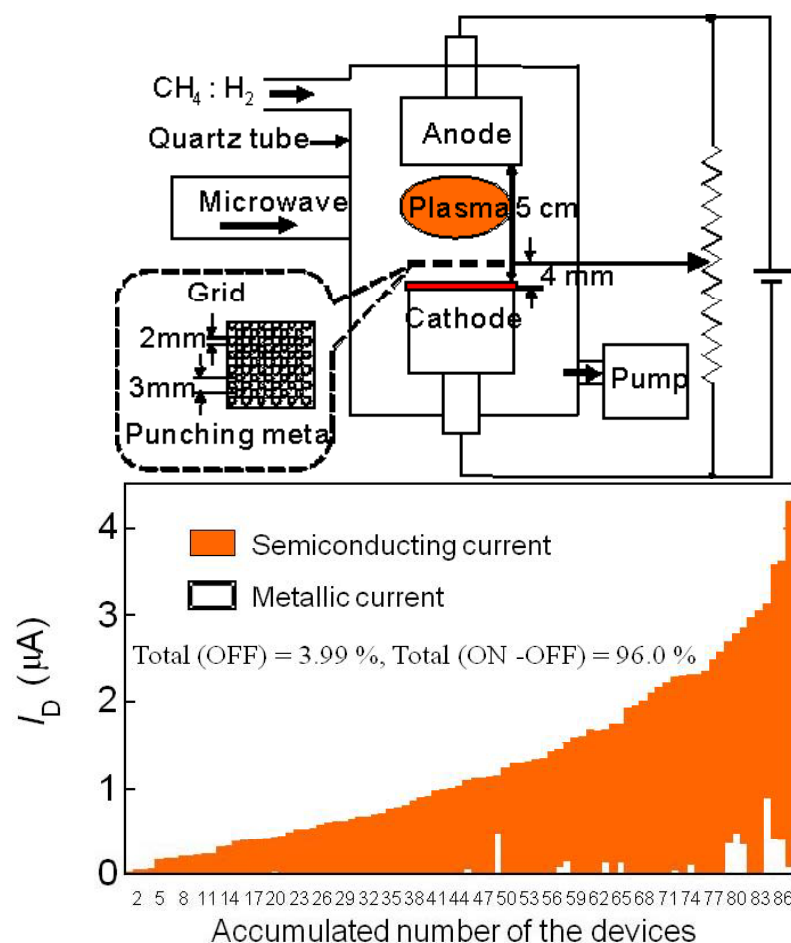


半導体的ナノチューブ優先成長

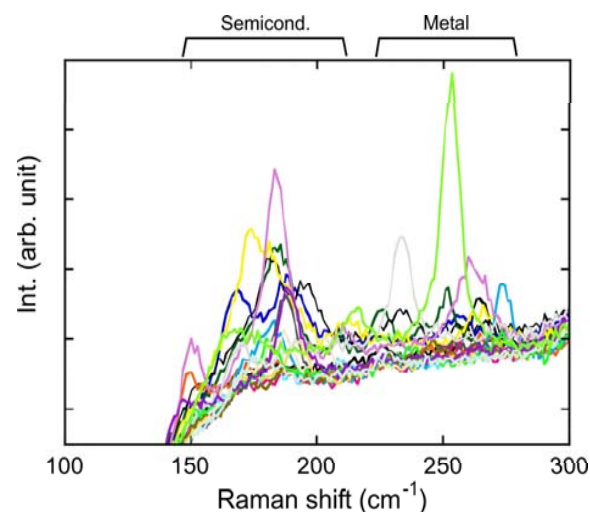
NANO 3, 51 (2008)

J. Appl. Phys. **106**, 073705 (2009)

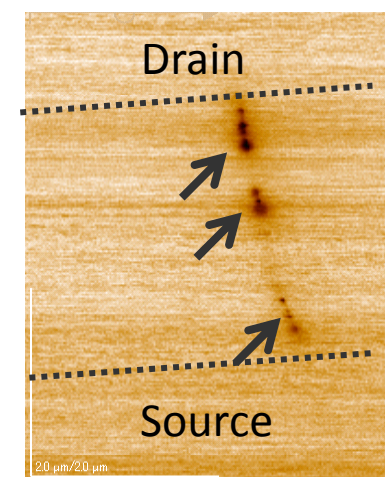
- ❖ グリッド挿入型プラズマCVDにより単層CNTを成長する技術確立
- ❖ 電気的特性において半導体的に振舞うCNT: 96%
- ❖ 欠陥導入による金属の半導体化を提案



FET特性における半導体的電流の割合



ラマン散乱スペクトル



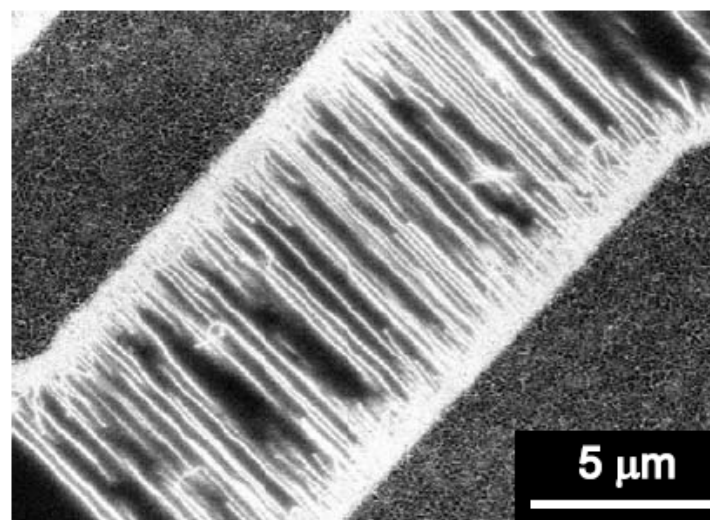
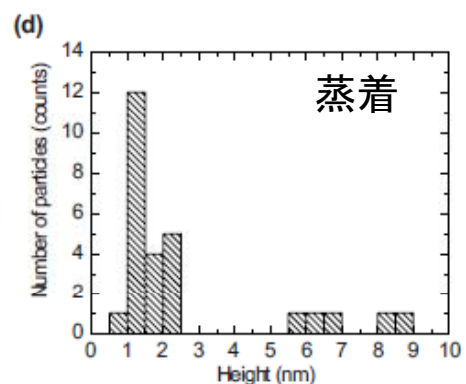
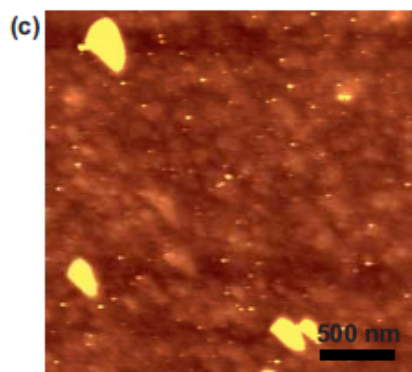
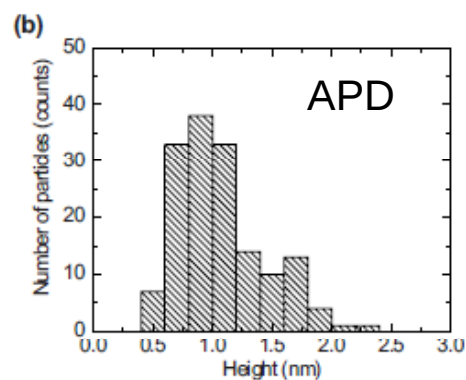
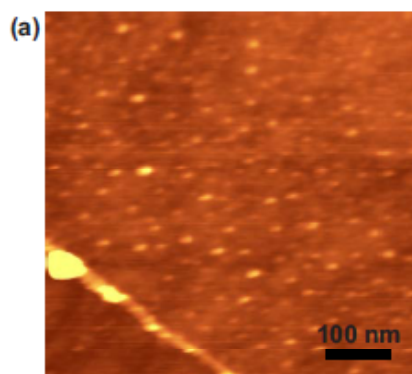
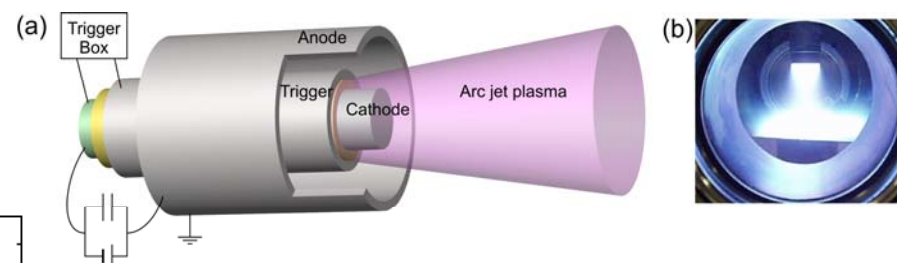
走査ゲート顕微鏡像

- ✓ ラマン散乱分光解析では金属CNTも存在している
- ✓ 走査ゲート顕微鏡解析から欠陥により金属ナノチューブが局所的に半導体として振舞うことを見出した

高密度配向成長

Appl. Phys. Lett. **93**, 053112 (2008).
および論文1件投稿中

- ❖ アークプラズマによる触媒微粒子形成技術を開発
- ❖ 還元雰囲気制御による凝集抑制
- ❖ 高密度成長を実現: 23 CNTs/ μm

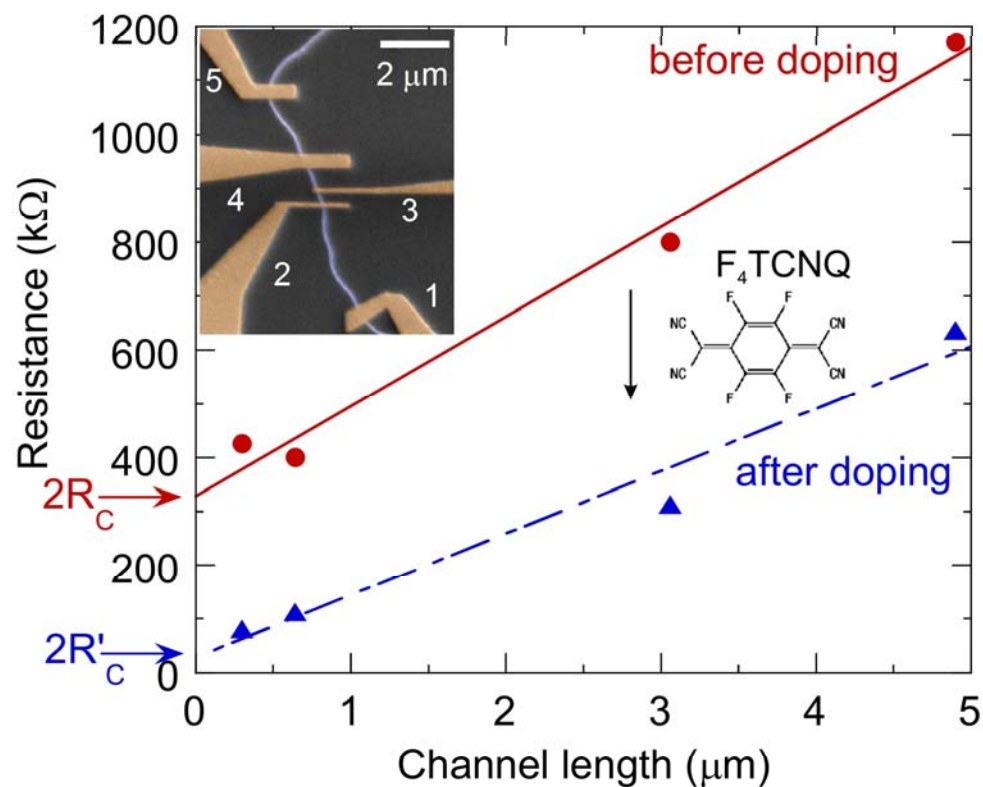




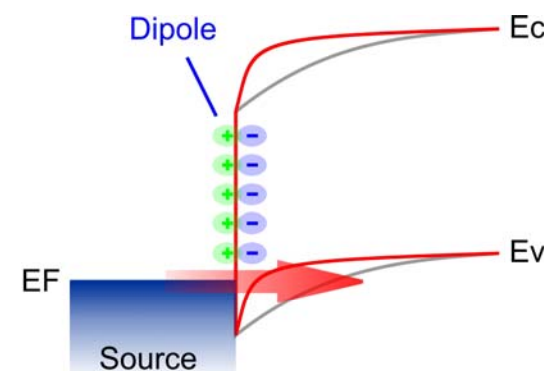
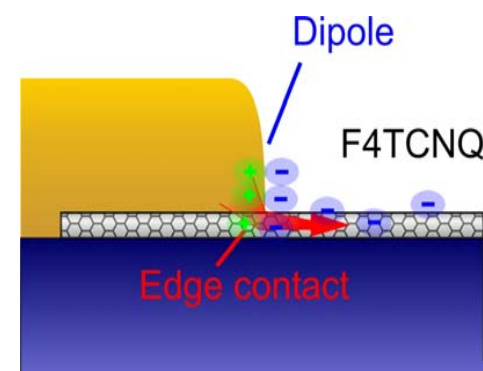
コンタクト抵抗の低減

Nanotechnol. **18**, 415202 (2007)

- ❖ 化学ドーピングによる電極界面の制御を提案
- ❖ コンタクト抵抗を1ケタ低減



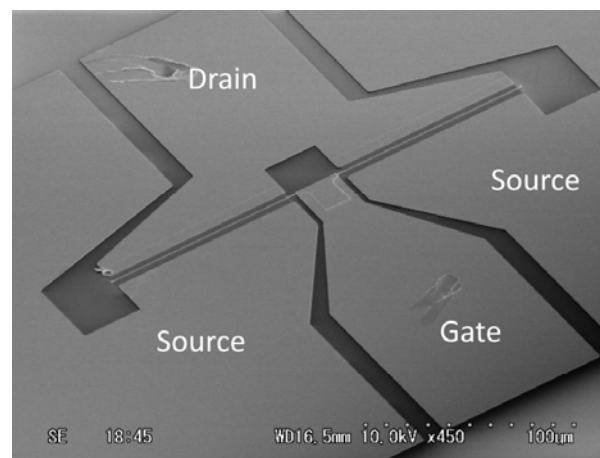
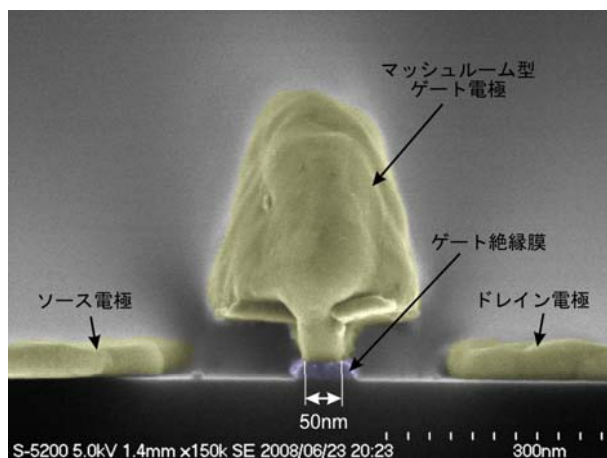
Device	R_C (kΩ)	Change in R_C
#1	362 → 20.5	-94 %
#2	118 → 30.9	-73 %
#3	164 → 11.9	-92 %



界面付近に吸着した分子がダイポールを形成

セルフアラインプロセスによる 極短ゲートナノチューブFET作製技術

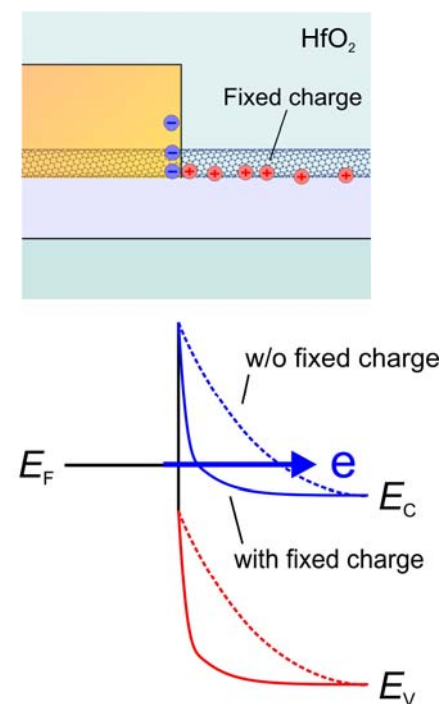
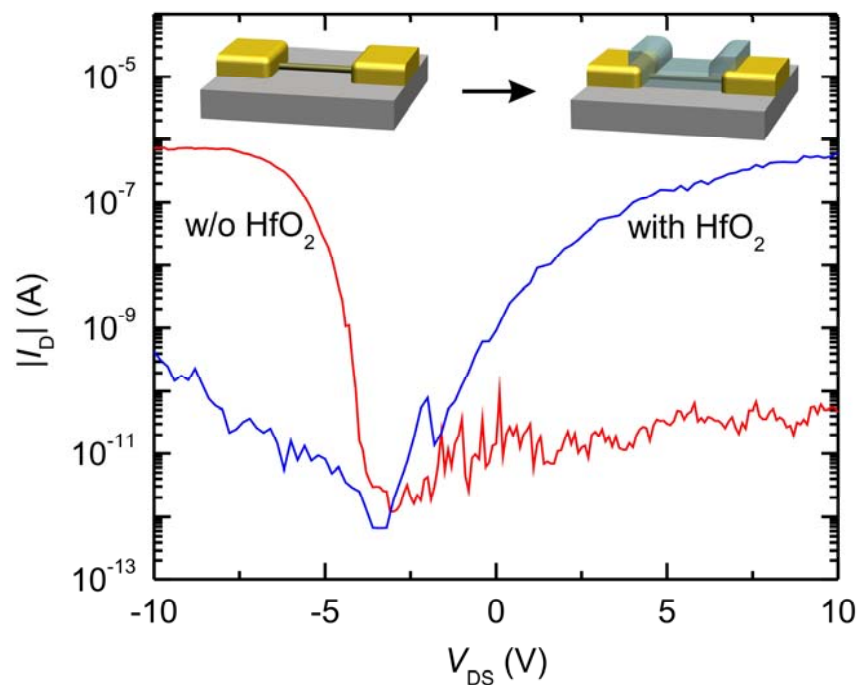
- ❖ 寄生抵抗低減のためのセルフアラインプロセスを開発
- ❖ 3層レジスト・重ね露光によるマッシュルームゲート形成技術を開発
- ❖ 50 nmセルフアラインゲートナノチューブFETを実現
- ❖ 原子層堆積によるゲート縮小技術を開発 (ゲート長: 35 nm)
- ❖ 50 nmセルフアラインゲートナノチューブFETの高周波特性を測定



伝導型(p/n)制御

- ❖絶縁膜界面の電荷を用いた伝導型制御を提案
- ❖大気安定性をもつn型トップゲート型CNFETを初めて実現
- ❖世界トップクラスの性能
- ❖CMOSも実現

Nanotechnol. **21**, 165201 (2010)
 および論文1件投稿中
 特許出願済み





成果発表等

- ❖査読付き論文 13件（引用件数35件）
- ❖解説論文, 著書 3件（和書1件, 洋書2件）
- ❖口頭発表 56件
（うち招待講演15件（国際会議:7件, 国内会議:8件））
- ❖特許申請 2件