

課題番号 : F-17-NU-0026
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 量子ナノ構造デバイスの研究
Program Title (English) : Study on quantum nanostructure devices
利用者名(日本語) : 廣谷潤
Username (English) : J. Hirotani
所属名(日本語) : 名古屋大学大学院工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Engineering, Nagoya University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置、膜加工・エッチング、超臨界乾燥

1. 概要(Summary)

カーボンナノチューブ(CNT)薄膜はその高いキャリア移動度、透明性、伸縮性などの優れた性能からフレキシブルデバイス分野で有望視されている。CNT 薄膜を用いたデバイス作製・評価において微細加工プラットフォームの各種装置を利用した。カーボンナノチューブ薄膜トランジスタ(CNT TFT)を用いたセンサからの信号を増幅するための柔軟なアナログ集積回路の実現を目指し、CNT TFT のデバイスモデルの構築と回路設計・シミュレーション技術の構築、差動増幅器の設計と試作を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 レーザー描画装置、走査型電子顕微鏡、段差計

【実験方法】

柔軟なプラスチックフィルム上に CNT 差動増幅回路の試作を行った。基板はポリエチレンナフタレート(Polyethylene naphthalate: PEN)を用いた。トランジスタにはボトムゲート型 CNT TFT を用いた。はじめにゲート電極と配線(Ti/Au = 10/20nm)を形成した後、ゲート絶縁膜および層間絶縁膜として原子層堆積法により Al₂O₃ (40 nm)を成膜し、窓空けを行った。半導体型 CNT 薄膜を転写法により形成し、酸素プラズマを用いたドライエッチングにより素子間分離を行った。ソース/ドレイン電極と配線(Ti/Au = 10/100 nm)を形成した。最後に、*n*型化するためポリエチレンイミンをスピコートにより成膜した後、窒素雰囲気中で 145°Cにて 6 時間加熱した。作製した *n*型 CNT TFT のしきい値電圧は約-600 mV であった。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

*n*形 CNT TFT を用いた負荷型差動増幅回路に直流

オフセットと小信号入力を印加し、回路のオープンループゲインを測定した。電源電圧は 12 V、正極入力と負極入力の直流バイアス電圧は 2.5 V とした。入力信号は負極入力に対して行い、100Hz、80 mV_{p-p} の正弦波である。入力信号に対して差動増幅動作を確認でき、この時の電圧ゲインは 54 (34.7 dB)、位相遅れは 40°であった。

周波数を掃引したときの、電圧ゲインと位相を遅れの周波数特性を測定した結果、低周波領域においては一定の電圧ゲインが得られ、最大で 62 (35.9 dB)であった。高周波側では-20 dB/decade の傾きでゲインは減衰し、カットオフ周波数(-3dB)は 20Hz、ユニティゲイン周波数は 803Hz であった。位相余裕は~60°であった。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) T. Kashima, T. Matsuura, J. Hirotani, S. Kishimoto and Y. Ohno, Modeling of carbon nanotube thin film transistors and its application for circuit design including characteristic variations, The 53th FNTG General Symposium, 2017.09.13, Kyoto, Japan [Poster].
- (2) 松浦 智紀, 鹿嶋 大雅, 廣谷 潤, 岸本 茂, 大野 雄高, フレキシブル基板上カーボンナノチューブアナログ集積回路の設計と作製, 電子情報通信学会電子デバイス研究会, 北海道 2018.02.28, [口頭発表]

6. 関連特許(Patent)

なし。