

※課題番号 : F-12-NM-073
※支援課題名 (日本語) : GaAs へのノーマル電極の作製
※Program Title (in English) : Fabrication of normal electrodes on GaAs
※利用者名 (日本語) : 佐藤 裕也
※Username (in English) : Yuya Sato
※所属名 (日本語) : 東京理科大学
※Affiliation (in English) : Tokyo University of Science

※概要 (Summary) :

絶縁体や半導体にキャリアを注入するためには冶金的手法と化学的手法に加えて、ゲート電圧によりキャリアの注入量を制御することが可能な電界効果トランジスタ (FET) 構造による電気的手法が用いられてきたが、より強い電界効果をかけるためには絶縁破壊の問題が大きな障害となっていた。近年電気二重層コンデンサーなどに使われるイオン液体を用いた新たな FET 構造が提案されている。これは半導体チャネル上に絶縁体を用いたゲート電極ではなく、イオン液体のイオンとキャリア電子で電気二重層を形成するもので、従来型の FET 構造をはるかに凌駕するキャリア注入が可能になっている。本研究では半導体デバイスとして広く使われている GaAs に対してイオン液体を用いた FET 構造を作製し、電界効果の検証を行う。また GaAs においては超伝導電極を接合してもショットキーバリアが形成され超伝導染み出し効果は実現しなかった。本研究では電界効果により GaAs を金属化することで、クーパー対の GaAs への染み出しの可能性を探る。これは超伝導光デバイスの実現に繋がると考えられる。また金属化した GaAs 自体の超伝導転移する可能性も探る。まずは電気二重層の電界効果による GaAs へのキャリアの注入を行い、GaAs を金属化させることを目指す。本研究では GaAs に電気二重層による電界効果が有効作用するか実証するため、レーザー露光装置、蒸着装置、アニール装置を利用して評価用のノーマル電極の作製を行った。

※実験 (Experimental) :

【利用した主な装置】

- ・レーザー露光装置
- ・12 連電子銃型蒸着装置
- ・急速赤外線アニール炉

【実験方法】

GaAs の 2 inch ウェハに 1 : HMDS(界面活性剤)、2 : AZ5214E(レジスト)を塗布してスピコートを行

い、110°Cで 2 分間ベイクした。次にレーザー露光装置を用いて 140 mJ/cm² で描画し、TMAH(2 min)→純水(30 sec)で現像処理をした。次にエッチング処理を H₃PO₄:H₂C₂:H₂O = 1:1:50、1.3 nm/sec、10 sec で行った。そして蒸着装置で AuGe/Ni/Au を 1500/100/1500 Å で蒸着して電極を作製した。リフトオフを NMP(80°C)→アセトン(1 min)→IPA(1 min)で行った。接触界面の向上のためにアニールを 400°Cで 1 分間行った。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

GaAs ウェハ上にノーマル電極を複数作製した。図 1 はその一部である。二端子法により電流電圧特性を計測し、オーミック接触の実現を確認した。これはアニールによる接触界面の向上が成功したことを意味する。次にこのデバイスを用いて電気二重層による電界効果の検証を行った。電界効果をかける前は 0.25 GΩ のサンプルに対して、イオン液体に 1.5 V のゲート電圧を加えると 0.1 GΩ へと抵抗が半減したことを確認した。電気二重層による電界効果はごく表面のみにキャリアを誘起するため、多数のキャリア誘起が成功したと考えられる。ただし正確なキャリア密度についてはホール測定による検証が必要である。しかしこのデバイスを 0.3 K まで冷やしたが、冷却とともに抵抗が上昇し半導体的な特性を示し、金属化は認められなかった。

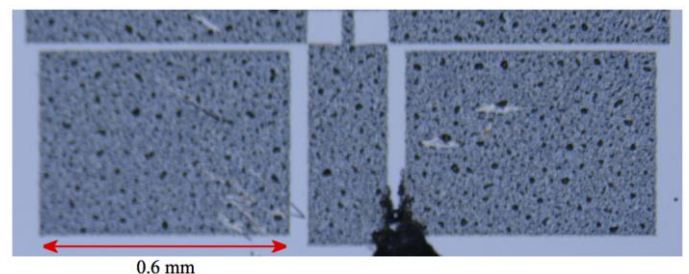


図 1 作成した電極

※その他・特記事項 (Others) :

今後はデバイス構造を改善し、GaAs に強い電界効果をかけることで金属化させることを目指す。さらに電極を常伝導体から超伝導体に変更し超伝導染み出し効果の検証を行う。