

【部門構成員】

教授：川崎 雅司、 助手：香川 昌宏、藤永 保夫、草場 啓治、阿藤 敏行、福村 知昭、大友 明、
講師（研究機関研究員）上野 和紀、 その他（技術補佐員 1名）、

【研究成果】

単結晶酸化亜鉛薄膜をチャネルとし、10mm まで研磨した基板裏面にゲート電極を形成したトランジスタを作製した (Ref.1)。1 MV/cm の電界を印加することに成功し、電子移動度が 70cm²/Vs に達した。同時にホール効果測定を同一デバイスで行い、良好なチャネル・ゲート界面特性を実証した。高品質酸化亜鉛の光学特性 (Ref.2) と電子輸送特性 (Ref.3) を詳細に評価し、世界最高品質のバルク単結晶を凌ぐ低欠陥密度を明らかにした。基板温度を 400°C と 1000°C を繰り返し往復させながら窒素ラジカルを供給して酸化亜鉛薄膜を作製したところ、世界で初めて再現性の良い p 型 ZnO を合成することに成功した。pn 接合による発光ダイオードの実証も合わせて行った (Ref.3)。

非線形磁気光学効果を用いて、スピントンネル接合の界面に相当する単一強磁性金属・絶縁体界面における局所磁化を定量的に評価することに成功した (Ref.4)。界面局所磁化が擾乱を受けにくい界面原子配列を提案し、非線形磁気光学効果で実証するとともに、200%を越える抵抗比を有するスピントンネル接合を作製した。また、強相関絶縁体と金属電極界面にショットキー障壁を形成すると接合抵抗が電圧ストレスにより可逆的に変化する現象を見出した (Ref.5)。界面電荷トラップによる動作メカニズムの提案を行うとともに、抵抗比が 3 桁にもおよぶ不揮発性メモリデバイスを作製した。

1. T. I. Suzuki, A. Ohtomo, A. Tsukazaki, F. Sato, J. Nishii, H. Ohno, M. Kawasaki
"Hall and Field-Effect Mobilities of Electrons Accumulated at a Lattice-Matched ZnO/ScAlMgO₄ Heterointerface"
Adv. Mater., 16, 1887-1890 (2004)
2. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, M. Kawasaki, T. Makino, C. H. Chia, Y. Segawa, H. Koinuma
"Emission from the higher-order excitons in ZnO films grown by laser molecular-beam epitaxy"
Appl. Phys. Lett., 84, 3858-3860 (2004)
3. A. Tsukazaki, A. Ohtomo, T. Onuma, M. Ohtani, T. Makino, M. Sumiya, K. Ohtani, S. F. Chichibu, S. Fuke, Y. Segawa, H. Ohno, H. Koinuma, M. Kawasaki
"Repeated temperature modulation epitaxy for p-type doping and light emitting diode based on ZnO"
Nat. Mater., 4, 42-46 (2005)
4. H. Yamada, Y. Ogawa, Y. Ishii, H. Sato, M. Kawasaki, H. Akoh, Y. Tokura
"Engineered Interface of Magnetic Oxides"
Science, 305, 646-648 (2004)
5. A. Sawa, T. Fujii, M. Kawasaki, Y. Tokura
"Hysteretic current-voltage characteristics and resistance switching at a rectifying Ti/Pr_{0.7}Ca_{0.3}MnO₃ interface"
Appl. Phys. Lett., 85, 4073-4075 (2004)

【研究計画】

本部門では、金属酸化物のエピタキシャル薄膜成長技術を核に、酸化物半導体と強相関酸化物の機能開発と雛形デバイスの実証を行っている。前者では、透明酸化物半導体の光・電子・磁気機能の開発を主眼としており、前年までに達成した酸化亜鉛の超高品質薄膜成長技術をベースに透明トランジスタの高性能化と発光ダイオードの実現に取り組む。後者では、前年までに達成した強相関電子の界面現象の評価技術をベースに実際に高度な機能を有するデバイスを作製する。