

【研究の背景・目的】窒化ガリウム（GaN）はその優れた物性から次世代の省エネルギーデバイスへの応用が期待されている。我々の研究部門は、2019年4月に新たに設置され、将来のHEV、BEV、FCEV*用電動化システムの高効率化・大電力化・高周波化の実現に向け、GaNパワーデバイスを実用化する上での様々な課題の解決に向けて取り組んでいる。

*HEV : Hybrid Electric Vehicle
BEV : Battery Electric Vehicle
FCEV : Fuel Cell Electric Vehicle

研究テーマ

下記の観点から研究を進めている。

- ①不純物や点欠陥を高精度に制御するエピタキシャル成長技術
- ②ゲート絶縁膜・MOS界面技術
- ③低ダメージ加工、イオン注入などプロセス技術
- ④超低損失を実現するデバイス設計技術

In order to realize GaN power devices, we research the following:

1. Epitaxial growth with precise control of impurities and point defects
2. Gate insulators and MOS interfaces
3. Process technologies, such as low-damage etching and ion implantation
4. Device design for very low loss

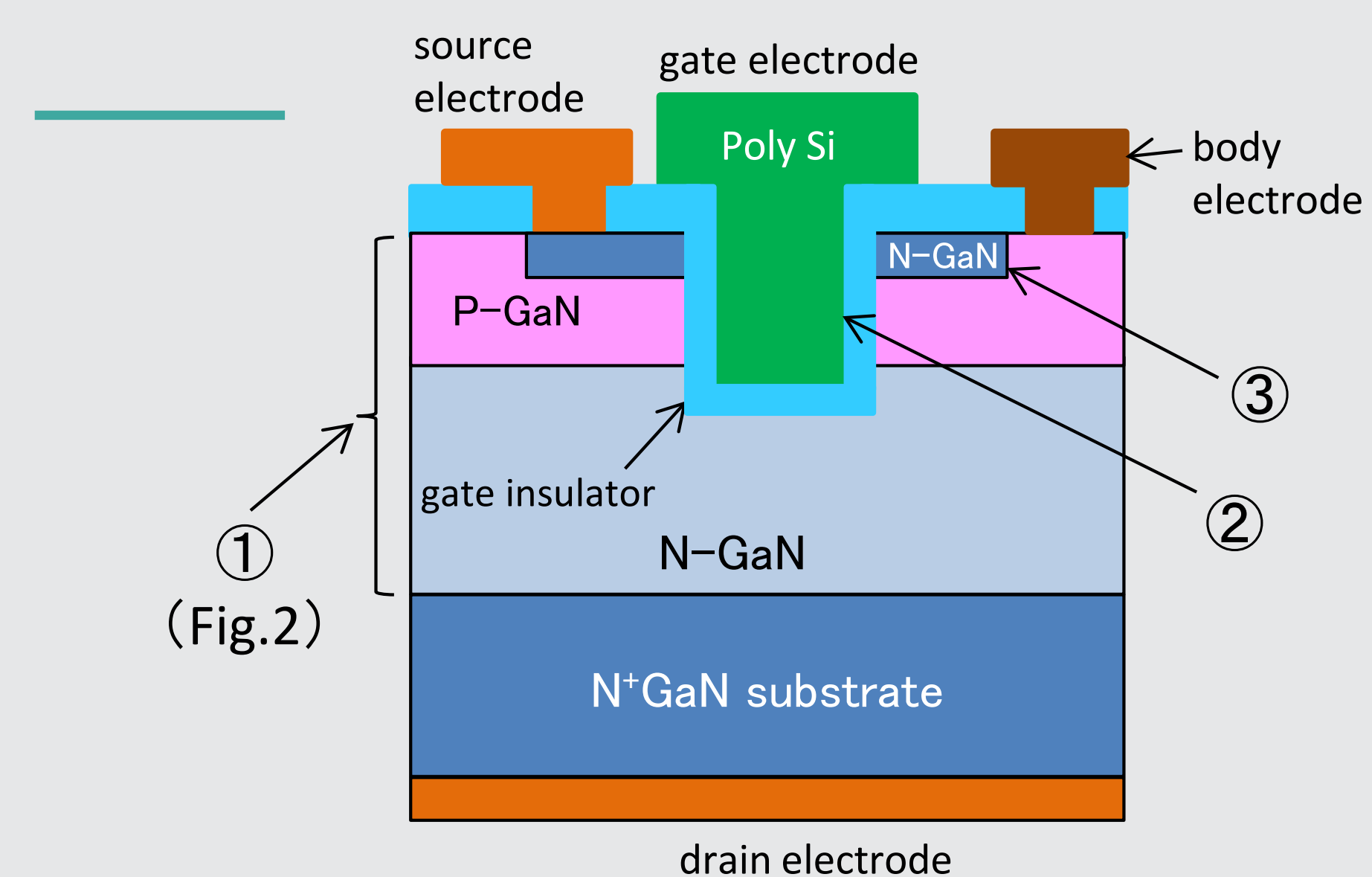


Fig.1 Diagram of a vertical trench GaN device

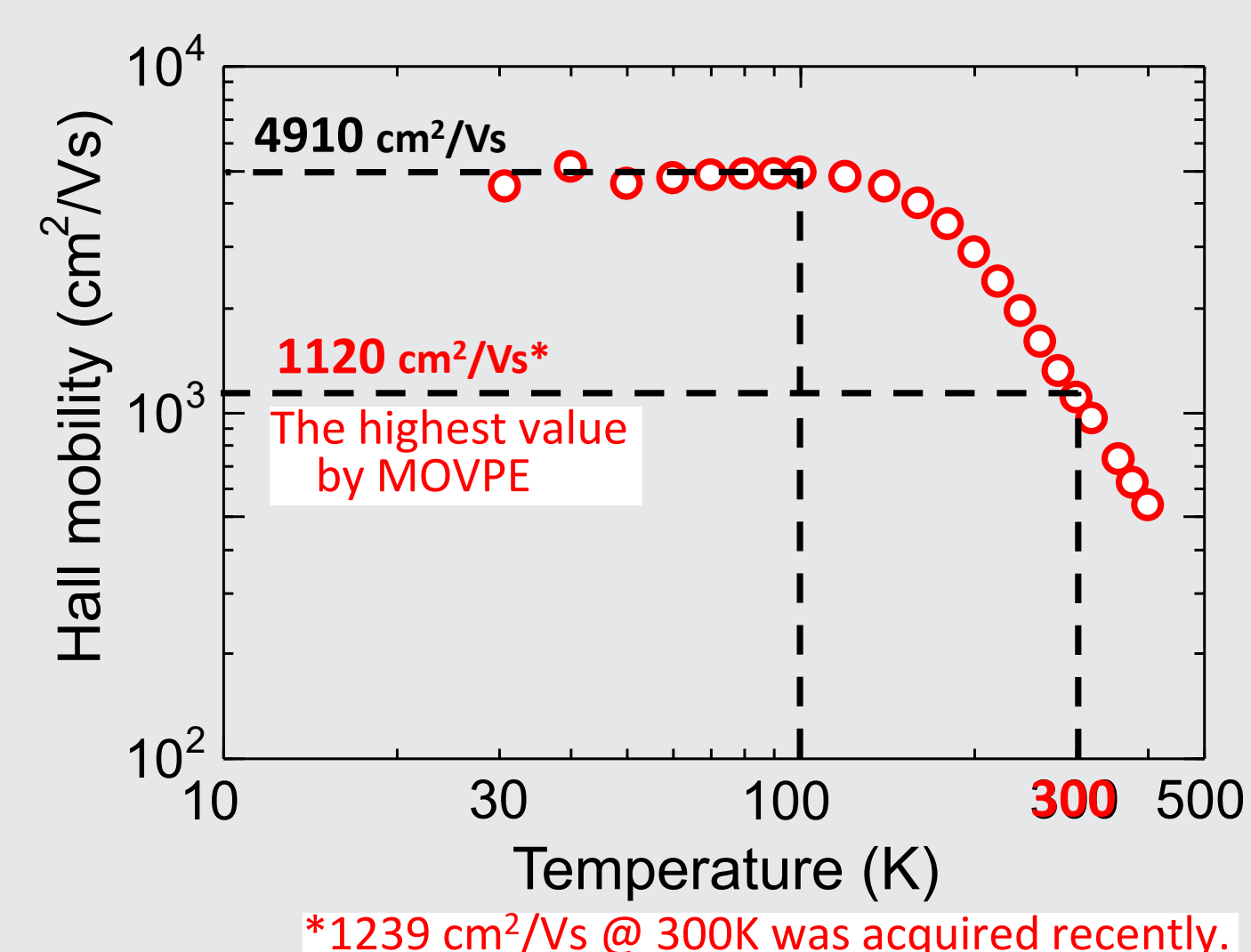


Fig.2 Hall mobility in our n-type low-doping epi-layer

研究成果

- (1) トヨタグループとの共同プロジェクトで、縦型GaN pnダイオード（Fig.3）の逆方向リーク電流が、順方向電流ストレスにより増加することが分かった（Fig.4）。その原因はエミッション顕微鏡、エッチピット解析、X線トポグラフ、透過型電子顕微鏡により、純らせん転位であることを明らかにした。
- (2) プロトン照射により、縦型GaN pnダイオードに意図的に点欠陥を生成させ、キャリア再結合寿命をプロトンドーズ量で制御できることを示した。再結合中心はGa空孔関連欠陥であり、p型中の正孔はn型中の電子より欠陥に補償されやすくキャリア寿命も短いことを見いだした。

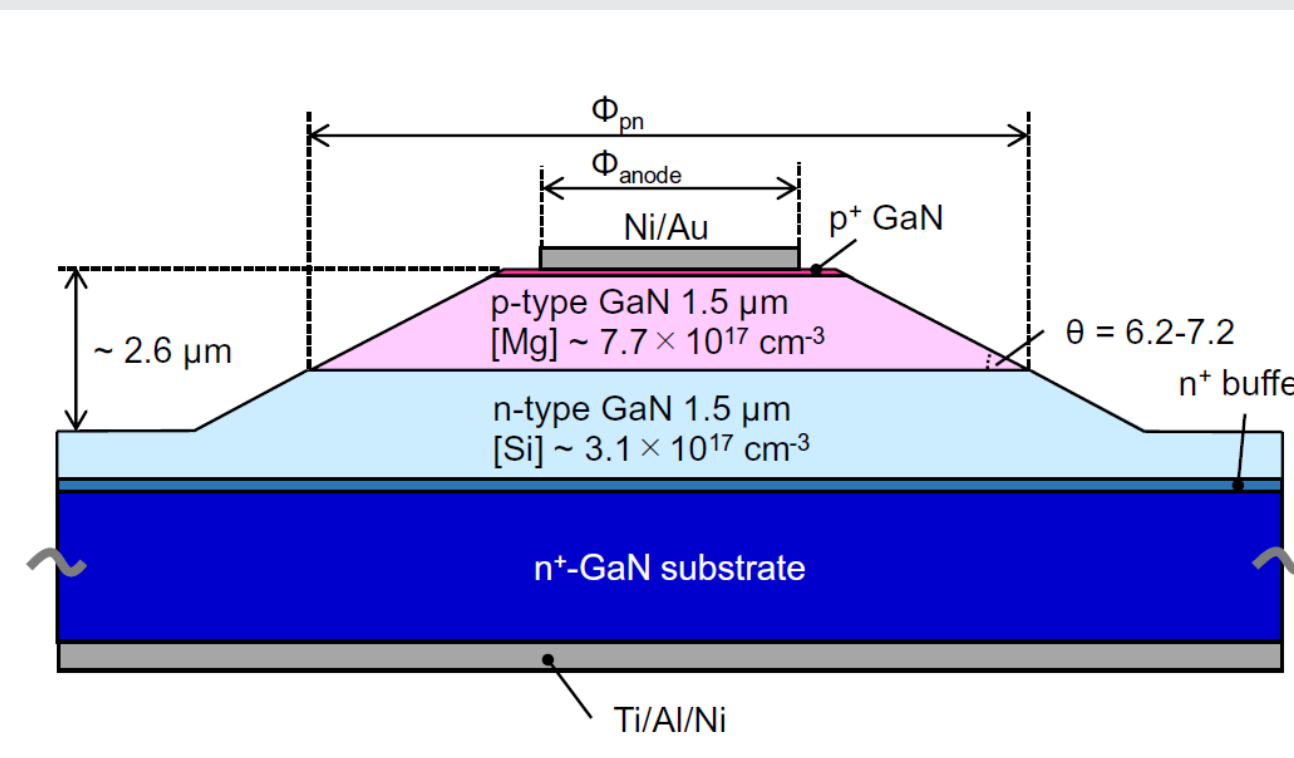


Fig.3 Diagram of a vertical GaN p-n diode

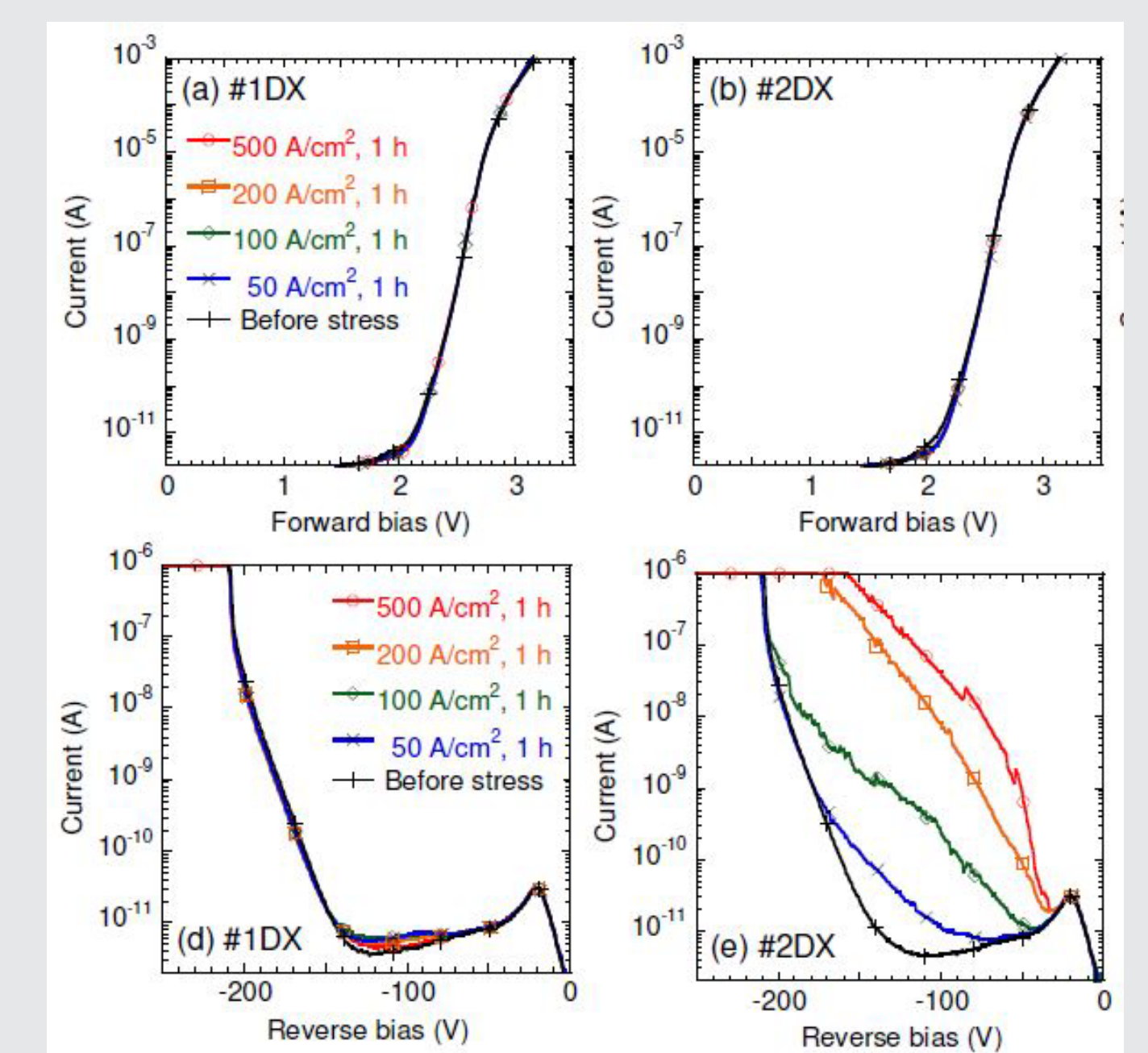


Fig.4 Forward and reverse IV curves after the forward current injection.

- (1) It was found that the reverse current increases by the forward current injection stress in a vertical GaN p-n diode, in the collaborative research project with Toyota group (Fig.3 and 4). We made it clear this is due to pure screw dislocations, using the optical emission microscope, etch-pit analysis, X ray-topography and TEM.
- (2) We demonstrated that the proton irradiation induces the point defects intentionally in a GaN p-n diode and that its dose allows the carrier lifetime to be varied. This study reveals that holes in p-GaN are readily compensated by the point defects and have shorter lifetime than electrons in n-GaN.

Reference

- [1] Narita T. *et al.*, Appl. Phys. Lett. 118, 253501 (2021).
- [2] Narita T. *et al.*, Scientific Reports (2022) 12:1458.
- [2] Narita T. *et al.*, Appl. Phys. Lett. 122, 113505 (2023).