

SiC 半導体の研究業績紹介

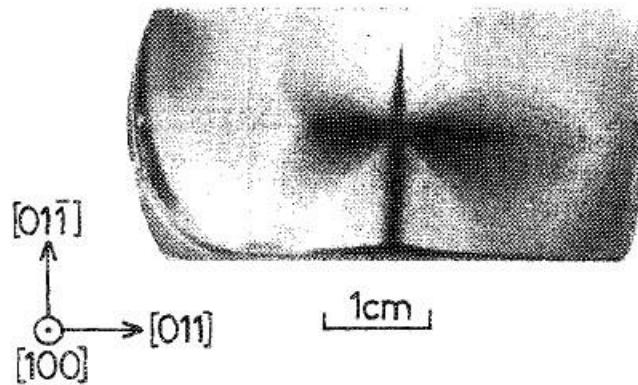


FIG. 1. Photograph of the surface of the grown layer on the spherically polished substrate. The rough surface area looked white or grey because of random reflection of lighting. The surface of the two black lines was mirror-like.

Source: © 1987 American Institute of Physics, K. Shibahara; S. Nishino; H. Matsunami., 1987. *Appl. Phys. Lett.* 50, 1888-1890

Reproduced from [FULL CITATION], with the permission of AIP Publishing.

球面研磨を施した Si(100)基板上に 3C-SiC 薄膜結晶を成長させた試料の写真. Si(100)面ジャスト(試料の中央部)上では SiC 表面が荒れるのに対し, (100)面から[011]方向に数度傾けた面上では表面の平坦な SiC 層が得られることを初めて見出した. この現象を, SiC 成長層中における APD(Anti-Phase Domain)発生の有無によることを結晶学的に解明した(1987 年).

著作権未処理のため(図は省略)

Si(100)基板上に 3C-SiC(100)がエピタキシャル成長する際に起こる APD の生成機構を説明する模式図. Si 基板表面の原子ステップの高さにより, APD が発生しない場合((a))と発生する場合((b))が存在することを提案した(1986 年).

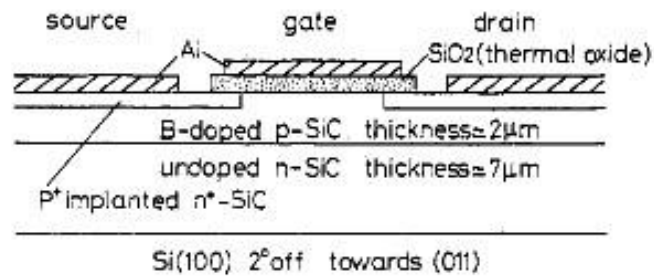


Fig. 1. Schematic cross section of a MOSFET.

Source: © 1986 IEEE, K. SHIBAHARA, T. SAITO, S. NISHINO, H. MATSUNAMI, 1986. IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, VOL. EDL-1, NO. 12, DECEMBER

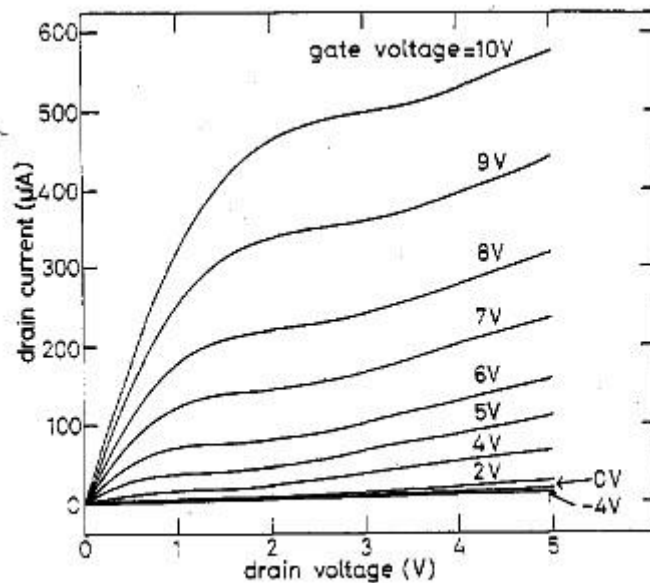


Fig. 2. Drain current-voltage characteristics of the MOSFET.

Source: © 1986 IEEE, K. SHIBAHARA, T. SAITO, S. NISHINO, H. MATSUNAMI, 1986. IEEE ELECTRON DEVICE LETTERS, VOL. EDL-1, NO. 12, DECEMBER

Si(100)基板上に成長した 3C-SiC(100)薄膜結晶を用いて作製した反転型 MOSFET(MOS 型電界効果トランジスタ)の断面模式図およびドレイン特性. B ドーピングによる低濃度 p 型 SiC の成長, P イオン注入による低抵抗 n 型領域(ソース、ドレイン)の形成, 熱酸化による良質な SiO₂/SiC 界面の形成など多くの技術を集約して SiC MOSFET が作製された. これは世界初の反転型 SiC MOSFET として当該分野の大きなマイルストーンとなっている(1986 年). 2001 年以降, 当該分野では 3C-SiC MOSFET のチャネル移動度が高いことが話題になっているが, 1986 年, 既に 100cm²/Vs を越えるチャネル移動度を報告している.

Step-Controlled VPE Growth of SiC Single Crystals at Low Temperatures

Naotaka KURODA、Kentaro SHIBAHARA、Woosik YOO、Shigehiro NISHINO、Hiroyuki MATSUNAMI (1.Department of Electrical Engineering, Kyoto University、2.Department of Electrical Engineering, Kyoto Institute of Technology)

<https://doi.org/10.7567/SSDM.1987.C-4-2>

6H-SiC(0001)基板にオフ角を導入することにより、高品質 6H-SiC のホモエピタキシャル成長を初めて実現した「ステップ制御エピタキシー」の国際会議発表論文の題目部(1987 年)。今日の SiC パワーデバイス実用化の出発点となった当該分野最大のマイルストーンである。この研究業績に対して SSDM Award が 2005 年に授与された。

著作権未処理のため(図は省略)

6H-SiC(0001)ジャスト面上では双晶境界の存在する 3C-SiC, 6H-SiC(0001)オフ面上では表面の平坦な高品質 6H-SiC 結晶が成長する(ステップ制御エピタキシー)。各々の場合の SiC 成長結晶表面の顕微鏡写真, および成長メカニズムを説明する模式図(1987 年)。

著作権未処理のため(図は省略)

6H-SiC(0001)オフ面上に成長した高品質 6H-SiC 結晶を用いて作製したメサ形 pn ダイオードの断面模式図と電流-電圧特性 (1987 年)。結晶の品質が高いため、当時としては例外的に優れたデバイス特性を示した。

著作権未処理のため(図は省略)

SiC 結晶評価のために行った反射高速電子線回折(RHEED)像の例。学生時代、RHEED の原理の物理的解釈、測定技術、分析力は既に超一流で、研究室の後輩に熱弁をふるった。