

バックエンド集積化に向けたポリイミド上 InGaAs-nMISFET

BEOL InGaAs nMOSFETs on Polyimide

産総研¹, 住友化学² 前田辰郎¹, 石井裕之¹, 板谷太郎¹, Wipakorn Jevasuwan¹, 安田哲二¹,
市川磨², 秦雅彦²

AIST¹, Sumitomo Chemical² Tatsuro Maeda¹, Hiroyuki Ishii¹, Taro Itatani¹,
Wipakorn Jevasuwan¹, Tetsuji Yasuda¹, Osamu Ichikawa², Masahiko Hata²

E-mail: t-maeda@aist.go.jp

【はじめに】シリコンよりも優れた移動度特性をもつ化合物半導体やゲルマニウムは、ポストシリコン材料と呼ばれ、次世代のチャネル材料として精力的に研究が進んでいる。一方で、こうした高移動度材料は、LSI の中でも高速動作を必要とする回路に搭載し、その他の回路は Si を引き続き使っていく技術が求められる。そこで我々は、Si 基板上にポストシリコン材料を転写後、デバイス作製を行うバックエンド集積化技術を開発している[1, 2]。

【実験方法】図 1 にバックエンド集積化に向けた高性能トランジスタの作製方法を示す。まず、ポストシリコン材料として高品質な InGaAs 層(300 nm)を、格子整合するリン化インジウム(InP)基板上にエピタキシャル成長させる。次に、接着用ポリイミドを塗布したシリコン基板とエピタキシャル成長した基板とを反転接合させる。今回、ポストシリコン材料の貼り合わせのために、450℃以上の耐熱性と高い接着性を併せ持つポリイミドを新たに開発した。次に InP 基板を選択的にはく離し、シリコン基板上の薄膜 InGaAs 結晶層を得た。最後に、作製されたポリイミド/シリコン基板上の InGaAs 結晶層を利用して、バックエンド環境である 400℃以下のプロセス温度で nMOSFET を形成した。ポリイミドは、接合剤として極めて安価で扱いやすい点が大きなメリットである。今回、このポリイミドの転写プロセスやトランジスタ作製プロセスでの耐性を検証した。

【実験結果】図 2 は、転写する前の InP 基板上とポリイミド上の InGaAs の移動度特性の比較である。ポリイミド上でも、移動度が最高で 1000 cm²/Vs を超えており、シリコンの移動度の約 2 倍近い値を示している。InP 基板上と比較しても、低キャリア密度領域でわずかに移動度減少が見られるものの、高キャリア密度領域では完全に一致している。トランジスタ形成時に、ポリイミドはさまざまな熱サイクル、さらには化学的な処理に曝されるため、当初はプロセス中の汚染源としてトランジスタ性能劣化の要因になることが懸念されたが、今回の結果は、ポリイミドがポストシリコン半導体向け基材として十分に機能していることを示している。また、転写前後でデバイス特性に大きな劣化は見られないことから、転写プロセスが半導体層に悪影響を与えていないことがわかった。今回、ポリイミドを使った転写技術とポストシリコン材料の低温トランジスタ作製技術が実証されたことから、バックエンドプロセスでのポリマー材料の導入とポストシリコンデバイスの Si-LSI との集積化が容易に可能となる。今後、ポリマーとポストシリコン材料の多様性を活かした高性能・多機能デバイスの実現が期待される。

[1] T. Maeda, et al., SSDM, 1442 (2011). [2] T. Maeda, et al., SSDM, 852 (2012).

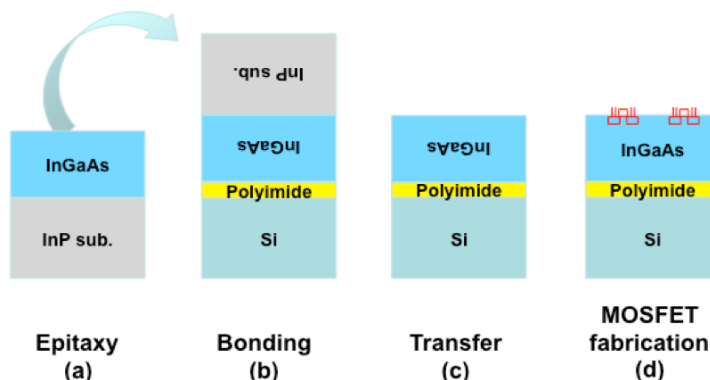


Fig. 1 Process flow for fabrication InGaAs/Polyimide/Si nMOSFETs using the wafer bonding technique.

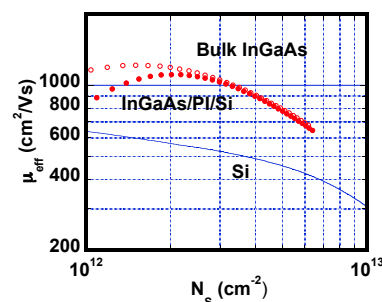


Fig. 2 Mobility characteristics of InGaAs/Polyimide/Si and bulk InGaAs nMOSFETs as a function of N_s .