

電気試験所, 明治大学, 埼玉大学*, 川島光郎, 高沢隆, 森末道忠*, 館野博, 片岡照

ガン効果半導体素子において, ドメインの発生や消滅を信号により制御できれば, 幅広い機能素子への応用が期待され, それには, 二次元, 三次元の効果の問題になってくる。

我々は, 横形ダイオードの表面に容量性の第3電極を付けた構造の素子について, 高電界ドメインのふるまいと電位分布の測定と計算機解析により調べた。

第1図に示したポイント・キャパシタ・プローブ(分解能 $40\mu\text{m}$, 立ち上り 0.3ns)を用いて, 表面電位を測定した。第2図に示す構造の厚さ $250\mu\text{m}$, 長さ 1mm のダイオードの表面の一部を BaTiO_3 で被った素子では, ドメインは第3図に示すように, 陰極付近で生じ, BaTiO_3 で被われた部分へ入ると, BaTiO_3 から離れたところではほとんど影響を受けないが, BaTiO_3 と接した境界付近では高電界ドメインはほとんどつぶれ, 境界での電圧は BaTiO_3 の陽極側からの depletion 領域で吸収されている。ドメインがここに達すると, depletion をほとんど吸収し, 再び元の形にもどり, 陽極で吸収される。二回目以後のドメインは BaTiO_3 の陽極側から発生する。GaAsの厚さが薄くなると, BaTiO_3 で被われた部分をドメインは完全に消滅し, ドメインは陰極- BaTiO_3 間か, BaTiO_3 -陽極間を走行するようになる。

第4図は計算機解析に用いたモデルで, 計算時間を短縮するため, 不純物密度 N_0 を大きく, 電極間隔を小さくし, さらに陰極陽極 N_0 を変えず flat とした。メッシュ間隔は $0.5\mu\text{m}$ とした。結果は第5図 a ~ c に示すように, 陰極付近のノッチで発生したドメインは BaTiO_3 の下に入ると BaTiO_3 -GaAs の境界ではほとんど消滅している。これは上の実験結果とよく一致している。

第2図で BaTiO_3 の電位を外部から変化させて, ドメインの制御を行うことができ, 陰極で発生したドメインを消滅させたり, BaTiO_3 の陽極側でドメインを発生させることができた。またドメイン発生用のトリガー電極として第9図のような構造をした素子を用いて, トリガー電極付近にできた高電界ドメイン横方向拡がり速度を測定した結果, 拡がり速度は 10^9cm/sec 以上であった。

第6図は陰極陽極間を BaTiO_3 で被って, 静的状態を安定に実現させた場合の電位分布で, 陽極側の BaTiO_3 付近に depletion 領域が生じ, BaTiO_3 から離れた陽極付近に Accumulation が生じているのがわかる。第7図は同じ構造の素子 (n - GaAs , $N_0 = 4 \times 10^{14}$, 厚さ $150\mu\text{m}$, $l = 1\text{mm}$) の BaTiO_3 をは, n 反対側の電位分布を, 印加電圧を変えて測定したもので, 240V を加えた陽極側には高電界部分が生じている。これは第8図に示したように, パルス電圧を加えたから, 電位分布が静的におちつくまでに, 少なくとも 1ms 程度かかり, 完全に落ちつくまでには $80 \sim 100\text{ns}$ かかるためである。完全におちついた状態にならぬ陽極付近に高電界が残っているためには, 印加電圧を 300V 以上にしなければならぬ。

以上述べた効果を利用して各種の機能素子形成が可能である。

