

課題番号 : F-17-TU-0067
利用形態 : 技術代行
利用課題名(日本語) : パワーデバイスプロセス評価
Program Title(English) : Process impact on the power device fabrication
利用者名(日本語) : 西澤伸一
Username(English) : S. Nishizawa
所属名(日本語) : 九州大学応用力学研究所
Affiliation(English) : Research Institute for Applied Mechanics, Kyushu university
キーワード/Keyword : 酸化拡散、成膜・膜堆積、パワーデバイス、熱処理

1. 概要(Summary)

電力化率の増大に伴い、電力エネルギーをつかさどるパワー半導体デバイスのさらなる高性能化が必須になっている。ここでは、特に 1000V 以上の高耐圧、かつ汎用性・普及性の高いパワーデバイスとして IGBT を取り上げ、デバイス作製プロセスの観点から、さらなる高性能化の可能性の検証を目指した。具体的には、IGBT デバイス作製の第一工程となる極厚酸化膜作製プロセスでの熱負荷がシリコン基板材料およびデバイス作成後のデバイス特性におよぼす影響の評価を目標とした。そのため、今回、東北大学ナノテク融合技術支援センターの設備を利用して、極厚酸化膜(保護膜)作製を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】 酸化拡散炉

【実験方法】

n型 50 Ω cm のシリコン単結晶基板上にウェット酸化で 1 μ m の酸化膜形成を行った。条件は以下のとおりである。

- (i) ロード: 保持温度 500 $^{\circ}$ C、20 分。
- (ii) 昇温工程: 雰囲気(窒素 10 L+酸素 300 CC)。昇温速度を 9 $^{\circ}$ C/分、7 $^{\circ}$ C/分、5 $^{\circ}$ C/分と 3 段階に変化させ、90 分で 1100 $^{\circ}$ C まで加熱。
- (iii) 成膜工程: 1100 $^{\circ}$ C 到達後、雰囲気ガスを(水素 20 L+酸素 10 L)に切り替え、130 分間保持し、1 μ m 厚酸化膜を形成。
- (iv) 降温工程: 雰囲気ガスを(窒素 10 L+酸素 300 CC)に戻し、降温速度を 5 $^{\circ}$ C/分、7 $^{\circ}$ C/分、9 $^{\circ}$ C/分と 3 段階に変化させ、90 分で 500 $^{\circ}$ C まで降温。
- (v) アンロード: 保持温度 500 $^{\circ}$ C、20 分。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

図1に示すような IGBT の作製プロセスにおいて、シリコン基板およびデバイス作成後のデバイス特性に影響を及ぼす要因は、主として、熱負荷工程が考えられる。熱負荷工程としては、第一工程となる極厚酸化膜のほかに、デバイス構造形成のための高温拡散工程、ゲート酸化膜形成工程などがある。これらの前後で、基板中の欠陥挙動、およびデバイス構造形成後の特性を評価していく。評価手法としては、デバイス層形成のために注入した各n層、p層の濃度確認のための SIMS 分析、デバイス構造を作成後に、局所的な特性、およびその分布を検討するための CL 評価を行う。また、基板材料とデバイス特性をつなぐパラメータとしてライフタイムが用いられるので、QSSPC 法や u-PCD 法によるライフタイム評価を行う。

今回、目的どおりの良好な極厚酸化膜を形成することができたので、その後、簡易デバイス構造の作りこみ、および評価を進めているところである。

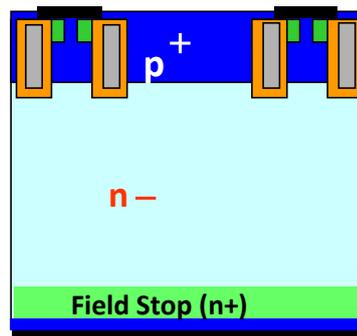


Fig.1 IGBT structure example

4. その他・特記事項(Others)

・本研究は、NEDO 戦略的省エネルギー技術革新プログラム(実証開発)「チョクラルスキー法を用いた高品質・大口径 Si-IGBT 用ウエハ技術の開発」の一環として起こったものである。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation) なし

6. 関連特許(Patent) なし