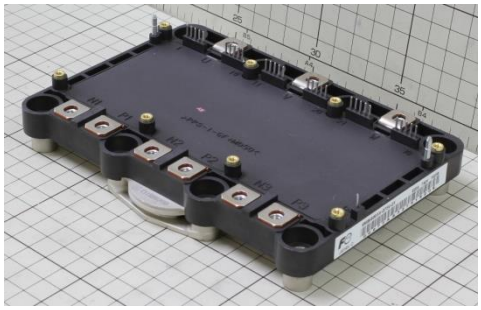
New Release

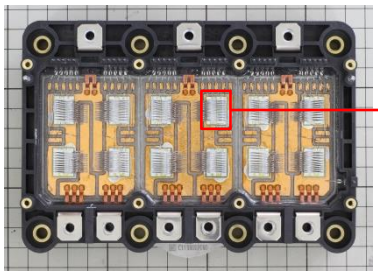
LTEC Corporation

Your most experienced partner in IP protection

富士電機製_EV、HEV用IGBT モジュール「6MBI800XV-075V-01」構造解析、プロセス、デバイス特性解析レポート



製品外観



製品内部

チップ写真

製品概要

富士電機製 車載用 Vces=750V Ic=800A IGBTパワーモジュール。
IGBTチップは同社の第7世代XシリーズRC-IGBT(Reverse Conducting IGBT)を使用し、水冷構造は第3世代直接水冷構造を採用しています。

解析のポイント

・モジュール解析レポートではモジュールの内部構成を確認し、RC-IGBTの配置及びレイアウトを明らかにしています。また、冷却器の構造および内部構成を明らかにして放熱メカニズムの推定も行っています。

・チップ構造解析レポートではRC-IGBTのIGBT、FWD領域の平面レイアウトおよび、断面構造を明らかにしています。

・プロセス解析レポートではRC-IGBTのプロセス技術に関する考察、マスク枚数及び製造プロセスフローを推定しています。また、IGBTとFWDと温度センサがどのように集積しているかを明らかにしています。

・RC-IGBTのIce-Vce特性、オフ状態コレクタリーク電流及びブレ―ダウン電圧をそれぞれ測定し、オフリーク電流の温度依存性から活性化エネルギーを算出。
インフィニオン社製　IGBT7と比較しています。

各レポート価格

〇IGBTモジュール構造解析レポート：30万円（税別）

〇RC-IGBTチップ構造解析レポート：50万円（税別）

※モジュール構造レポート + チップ構造レポートのセット購入の場合：70万円(税別)

〇RC-IGBTチップのプロセス、デバイス特性解析レポート：40万円（税別）

株式会社エルテック　Phone: 072-787- 7385　e-mail: info@ltec.biz
664-0845　兵庫県伊丹市東有岡４丁目４２－８　ホームページ: www.ltec.biz

RC-IGBTモジュール構造解析レポート

【目　次】			頁
1		表1：デバイスサマリー(モジュール)……	3
	1-1	解析概要 ……	4-5
		表2：モジュール断面構造概要……	6
2		モジュール外観観察……	7
	2-1	外観観察……	8-10
3		モジュール構成……	11
	3-1	モジュール内部観察……	12-20
	3-2	モジュール構成図……	21-22
4		冷却法、構成 ……	23-24
	4-1	冷却器観察 ……..……	25-29
	4-2	冷却構成 ……	30-32
5		モジュール断面構造・材料分析(EDX)……	33
	5-1	断面観察 ……	34-61
	5-2	モジュールEDX分析結果……	62-82
6		関連特許目録 ……	83-84

株式会社エルテック　Phone: 072-787- 7385　e-mail: info@ltec.biz
664-0845　兵庫県伊丹市東有岡４丁目４２－８　ホームページ: www.ltec.biz

RC-IGBTモジュールIGBTチップ構造解析レポート

【目　次】		頁

1	デバイスサマリー ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	3
	1-1. 解析結果まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	4-7
	表2:デバイス構造: Si IGBT ・・・・・・・・	8
	表3:デバイス構造: Si FWD ・・・・・・・・	9
	表4:デバイス構造: レイヤー材料・膜厚	10
2	搭載チップ概要 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	11
	2-1. 搭載チップ比較 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	12-21
	2-2. チップ面積 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	22-24
3	Si IGBTチップ解析 ・・・・・・・・・・・・・・・・・	25
	3-1. 平面構造解析(OM) ・・・・・・・・・・・・・・・・・	26-78
	3-2. 平面構造解析(SEM)	
	チップコーナー部 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	79-80
	チップ端部 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	81-83
	IGBT領域 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	84-93
	IGBT-FWD境界 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	94-97
	FWD領域 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	98-99
	電流センスセル部 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・	100-106
	温度センスダイオード部 ・・・・・・・・・・・・	107-108
	3-3. 断面構造解析(SEM)	
	断面加工箇所 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	109
	チップ厚 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	110
	セル部断面まとめ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・	111
	IGBT領域 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	112-121
	IGBT-FWD境界 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	122-123
	FWD領域 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	124-125
	チップ裏面部 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	126-129
	チップ端部 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	130-141
	温度センスダイオード部 ・・・・・・・・・・・・	142-146
4	4-1. セル部EDX分析結果 ・・・・・・・・・・・・・・・・	147-156
5	5-1. 追加解析リスト ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	157-158

RC-IGBTモジュールIGBTプロセス、デバイス特性レポート

【目　次】　　頁

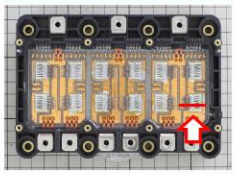
1		Fuji Electric RC-IGBT(6MBI800XV-075V-01) エグゼクティブサマリー	3-4
	1-1	富士電機製 RC-IGBTとInfineon製 IGBT7の特性比較	5-6
2		RC-IGBTデバイス構成	7
	2-1	Si IGBTチップ全体	8
	2-2	チップ端部構造	9
	2-3	デバイス構成	10-13
	2-4	セルアレイ平面レイアウト	14-15
	2-5	IGBTセルの進化	16
3		プロセス技術に関する観察と考察	17
	3-1	デバイス構造：チップ裏面(平面/断面構造解析)	18
	3-2	デバイス構造：チップ端部(平面構造解析)	19
	3-3	デバイス構造：セル部(平面構造解析)	20-22
	3-4	デバイス構造：セル部(断面構造解析)	23
	3-5	トレンチ周辺	24-25
	3-6	ポリSiゲート引き出しとILD	26
	3-7	温度センスダイオード	27
4		製造プロセスフロー解析	28
	4.1	Si-RC-IGBTのフロントエンドウェーハプロセスフロー(推定)	29
	4.2	アライメントツリー	30
	4.3	富士電機 RC-IGBTのプロセス・シーケンス断面図 (1)	31-35
	4.4	IGBT構成とレイアウト	36-39
5		電気特性評価	40-42
	5-1	電気特性評価：Ic-Vce特性	43-44
	5-2	電気的特性：オフ状態のコレクタ電流の温度とコレクタ電圧依存性	45
	5-3	電気的特性：オフ状態のコレクタ電流の温度依存性と活性化エネルギー	46
	5-4	電気的特性：オフ状態のコレクタ耐圧電圧	47
	5-5	Fuji Electric 750V RC-IGBTとInfineon 1200V IGBT7のオフリーク電流の比較	48-49
6		関連文献目録	50
7		関連特許目録	51-61

株式会社エルテック　Phone: 072-787- 7385　e-mail: info@ltec.biz
664-0845　兵庫県伊丹市東有岡４丁目４２－８　ホームページ: www.ltec.biz

●モジュール構造解析レポートからの抜粋(1)

富士電機
6MBI800XV-075V-01

モジュール断面構造分析



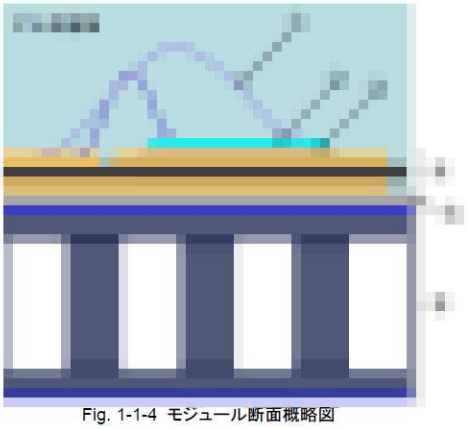
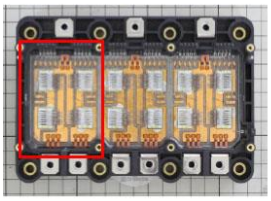


Fig. 1-1-4 モジュール断面概略図

表2: モジュール断面構造概要

	測定箇所		測長結果	材料
1	ワイヤ			
2	IGBT			
2-1		表面保護膜		
2-2		配線層		
2-3		基板		
2-4		裏面電極-1		
2-5		裏面電極-2		
3	ダイアタッチ			
4	基板(AMC)			
4-1		上部金属層		
4-2		ろう材		
4-3		絶縁層		
4-4		添加物		
4-5		ろう材		
4-6		下部金属層		
5	半田			
6	冷却器			
6-1		メッキ		
6-2		ベース板		
6-3		ろう材		
6-4		フィン		
6-5		ろう材		
6-6		ジャケット		
6-7		メッキ		

3-1. モジュール内部観察



X方向寸法

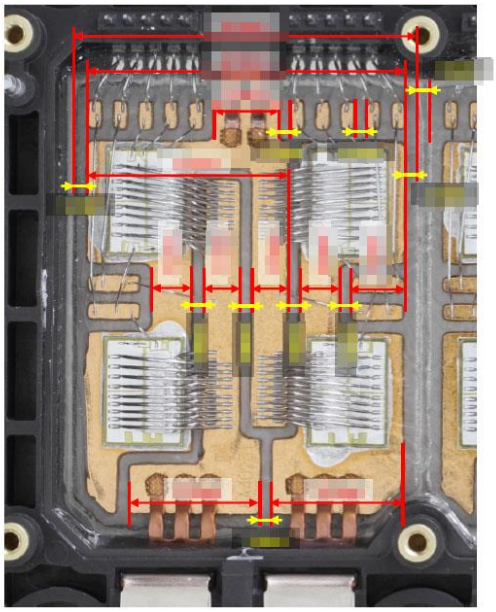


Fig. 3-1-6 モジュール内部拡大

●モジュール構造解析レポートからの抜粋(2)

4. 冷却法、構成

富士電機
6MBI800XV-075V-01

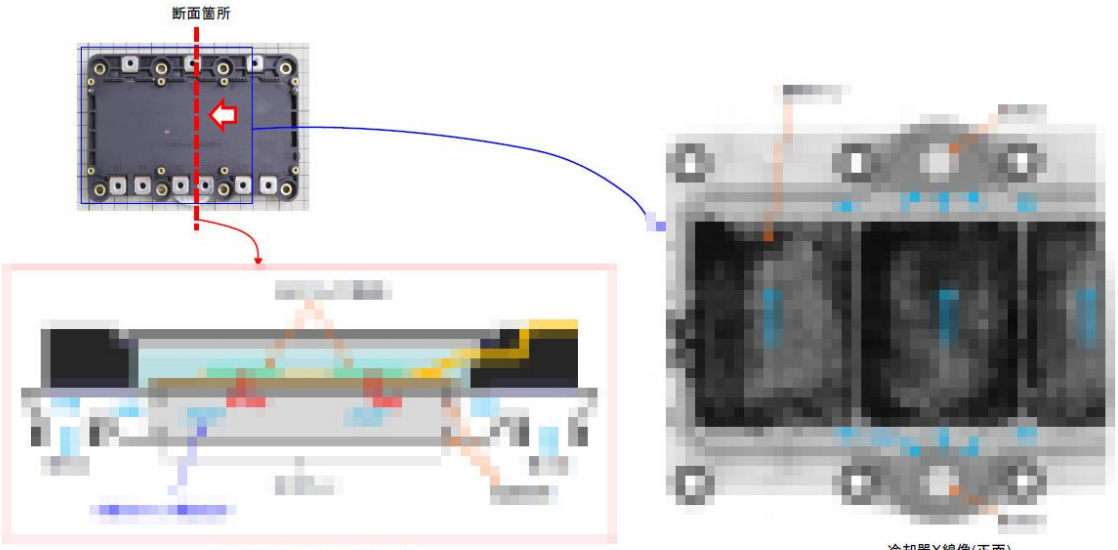
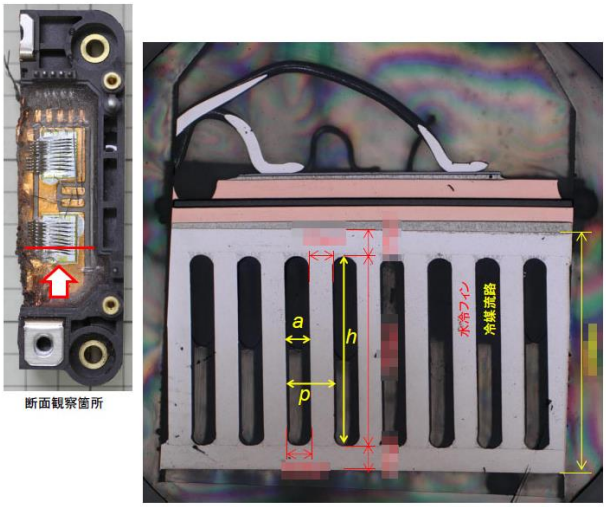


Fig. 4 放熱概要

4-1. 冷却器観察

富士電機
6MBI800XV-075V-01



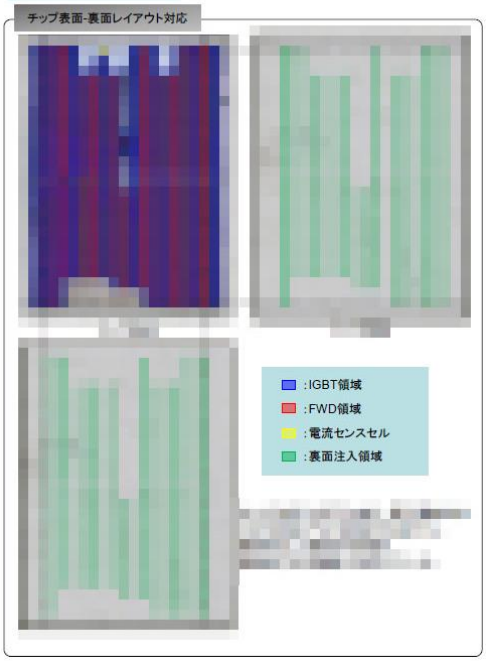
対流の実効的な熱伝達係数 h_{eff} は冷却器の構造と冷媒によって決まる
- 寸法: a, h, p
- 冷媒
- 体積流量G [L/min]

Fig. 4-1-4 冷却器断面OM像

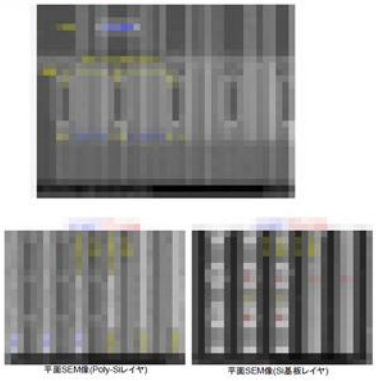
●チップ構造解析レポートからの抜粋

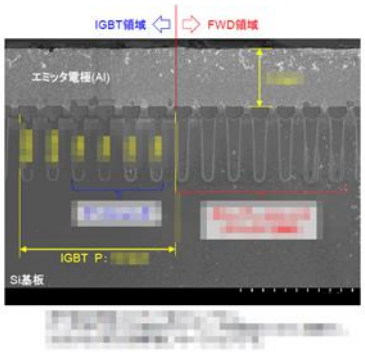
IGBTチップ構成

チップ表面-裏面レイアウト対応



IGBTセル構造





3-3. 断面構造解析(SEM)

セル部断面まとめ

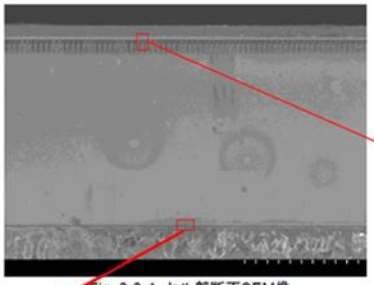


Fig. 3-3-4 セル部断面SEM像

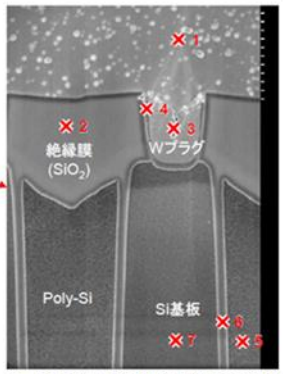
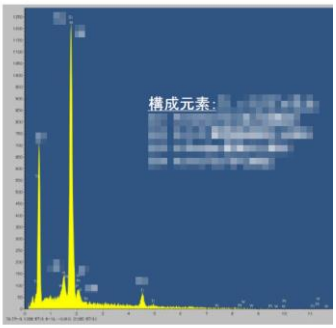


Fig. 3-3-6 セル部断面SEM像(IGBT領域)



SEM-EDX結果

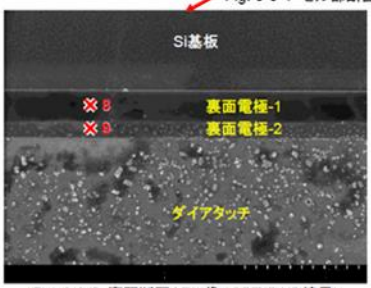


Fig. 3-3-5 裏面断面SEM像(IGBT/FWD境界)

Table. 3-3-1 セル部 各層膜厚/EDX分析結果 ※モジュール構造解析レポート参照

	測定箇所		測長結果	材料
	IGBT			
		保護膜※		
1		表面電極		
2		層間絶縁膜		
3		コンタクトプラグ		
4		バリアメタル		
5		Gate電極		
6		Gate絶縁膜		
7		基板		
8		裏面電極-1		
9		裏面電極-2		

株式会社エルテック　Phone: 072-787- 7385　e-mail: info@ltec.biz
664-0845　兵庫県伊丹市東有岡４丁目４２－８　ホームページ: www.ltec.biz

●プロセス、デバイス特性解析レポートからの抜粋

3-5. プロセス技術に関する観察と考察

Fuji Electric
6MBI800XV-0

IGBT領域

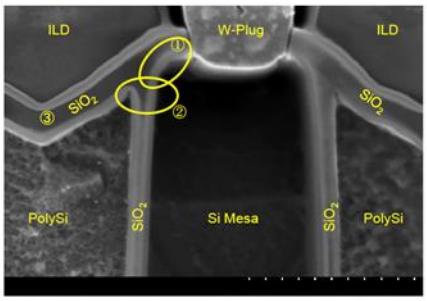


Fig. 3-5-2　IGBT領域のRC-IGBTセルアレイの断面SEM像 トレンチとSiメサの詳細

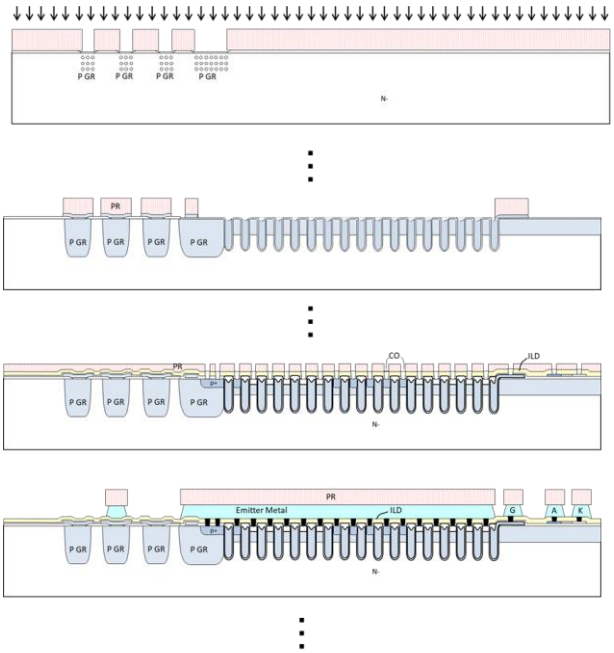
①トレンチトップの丸みが観察される⇒
②Trench PolySi-sidewallでの「バーズビーク」あり⇒
③トレンチPolySiおよびSi Mesa上のSiO2（～250nm）→

4. 製造プロセスフロー解析

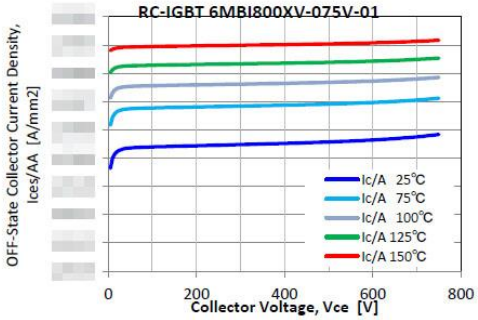
4-1. Si-RC-IGBTのフロントエンドウェーハプロセスフロー(推定)

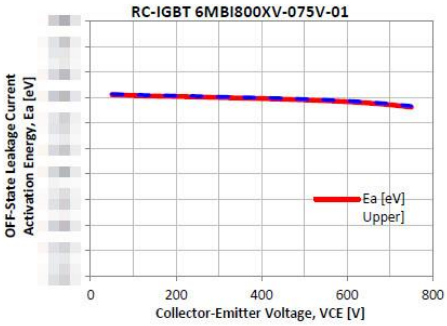
マスク	プロセス工程	コメント
	ウェーハ	Si FZ N-type 基板 N-(～50-60Ωcm)
	第1酸化	熱酸化≈50nm
[1]	AMフォト	Alignment Mark

Wafer processing up to back-metallization: photo/masking steps
•チッププロセスレベル: 枚マスク(層)



プロセスフローシークエンス図





単位面積当たりのオフ状態のコレクタリーク電流
および活性化エネルギーの算出

株式会社エルテック　Phone: 072-787- 7385　e-mail: info@ltec.biz
664-0845　兵庫県伊丹市東有岡４丁目４２－８　ホームページ: www.ltec.biz