

テクニカル・ノート

# シリコン・パワーFET デバイスの 信頼性品質管理

**NEC 化合物デバイス株式会社**

資料番号 PQ10354JJ01V0TN (第1版)  
発行年月 May 2003 CP(K)

© NEC Compound Semiconductor Devices 2003  
Printed in Japan

- 本資料の内容は予告なく変更することがありますので、最新のものであることをご確認の上ご使用ください。
  - 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
  - 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
  - 本資料に記載された回路、ソフトウェア、及びこれらに付随する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するためのものです。従って、これら回路・ソフトウェア・情報をお客様の機器に使用される場合には、お客様の責任において機器設計をしてください。これらの使用に起因するお客様もしくは第三者の損害に対して、当社は一切その責を負いません。
  - 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意願います。
  - 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定して頂く「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認の上ご使用願います。
    - 標準水準：コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
    - 特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、防災／防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器
    - 特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等
- 当社製品のデータ・シート/データ・ブック等の資料で、特に品質水準の表示がない場合は標準水準製品であることを表します。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。

M7 98.8

## 目 次

- 1. 信頼性品質管理の基本的な考え方 ... 4
- 2. 製造工程品質管理 ... 6
- 3. 製品検査 ... 9
- 4. 信頼性試験 ... 10
  - 4.1 信頼性試験の内容例 ... 10
  - 4.2 信頼性試験での故障判定基準例 ... 12

## 1. 信頼性品質管理の基本的な考え方

NEC 化合物デバイス株式会社（以下、当社と呼びます）は、お客様にご満足いただける品質と環境に配慮した製品をご提供するために、ISO9001、ISO14001 の認定を取得し、品質システムの継続的改善に努めています。

当社のマイクロ波半導体デバイス製品の信頼性品質管理は、市場調査、お客様のニーズを反映させるべく、開発設計から製造設計までの各過程で信頼性を高めることを基本としています。また、製品それぞれの目的用途に合わせた合理的な管理方法を採用し、信頼性品質と価格が両立する製造を目指して、お客様のご期待に添った製品の提供に全力をつくしております。その実現に向けて、部材の購入からお客様へ製品が届くまでの以下の各段階において、出荷の管理とアフター・サービスを一貫した体系のもとに行っています。

- (1) 環境に配慮した原材料および使用部品の選定と購入
- (2) 製品の製造までの各工程での品質管理および検査
- (3) 製品の信頼性試験による品質の確認

また、携帯電話をはじめとする IT 分野の拡大と発展に伴い、マイクロ波半導体デバイス製品の使用数量は飛躍的に増大しており、当社製品についても品質の高度化が求められています。このようなお客様のご期待に応えるべく当社では、

- (a) 設計品質の向上
- (b) 製造工程での品質の維持向上
- (c) 工程内品質ゲートによる、不具合の未然防止

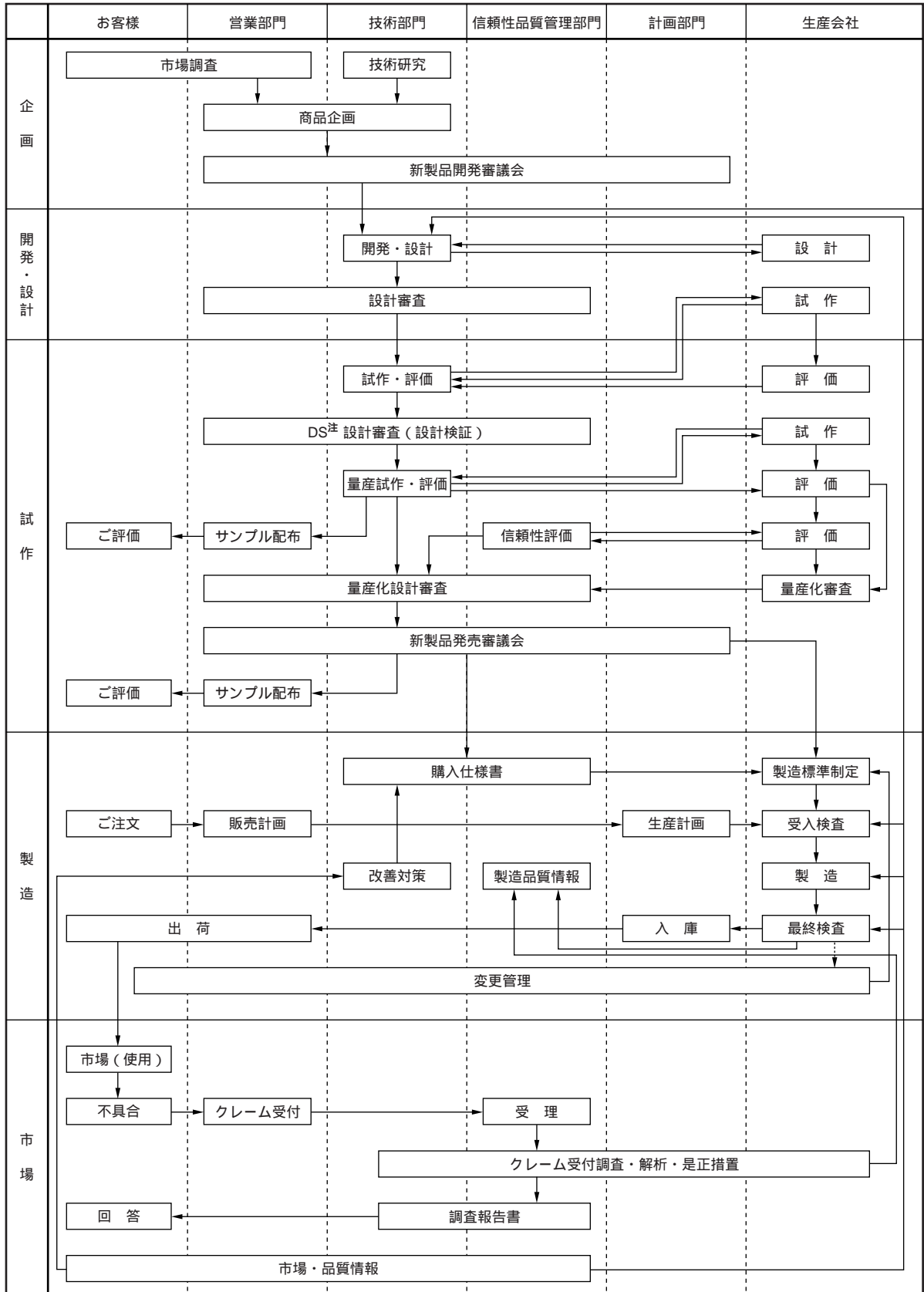
をキー・ポイントと考え、以下の事項について重点的に実施しております。

- (i) 設計ルールの標準化による信頼性の確保
- (ii) 設計審査での不適合要因の洗い出し
- (iii) 開発試作段階での徹底的な特性評価と信頼性試験
- (iv) 製造設備の自動化、設備保全活動によるバラツキの抑制
- (v) QC サークルなどの小集団活動による作業者の品質意識の高揚
- (vi) フィールド・データを含む品質情報の解析とそのフィードバックおよびフィードフォワード
- (vii) 各工程での PC（プロセス・チェック）による不具合製品作りこみ防止と工程へのフィードバック

以上の取り組みにより、お客様にご満足いただける高品質・低価格の半導体デバイス製品を提供できるよう心がけておりますが、さらに一層の品質向上を図るべく努力して参ります。

なお、これらの品質（Q）・信頼性（R）システム体系図を図 1 - 1 に示します。

図 1 - 1 品質 (Q) ・信頼性 (R) システム体系図



注 DS : Design Sample

## 2. 製造工程品質管理

当社はお客様のご要求ならびに使用環境を把握し、これらを源流の設計に生かすことにより、製品固有の信頼度をより一層高めることを第一としてマイクロ波半導体デバイスを製造し、販売しています。設計で意図した信頼性品質を実現するためには、各製造工程のバラツキによる故障要因を未然に除去する製造管理体系でなければなりません。

そのため、製造に際しての信頼性品質を左右する部品、材料、副資材ならびに製造環境などの品質管理を重視しています。さらに、製造工程中にチェック工程を設けて、キー・ポイントとなる管理項目について、最適な頻度でそれぞれの工程で作られる半製品のチェックを行っています。

図 2 - 1, 2 - 2 に製造工程管理フローチャートの例を示します。なお、部品、材料および副資材などの管理は次のように行っています。

部品、材料、および化学薬品、高純度のガス類などの副資材は指定製造業者より購入しています。受入検査は JIS Z 9015 あるいは当社の規格を主とした購入規格により、抜取検査を主体として行っています。受入検査成績を監視し、必要により指定製造業者への是正措置あるいは工場査察を行い、購入品品質の安定化を図っています。

図 2-1 シリコン・パワーFET (中空プラスチック・パッケージ) 製品の製造工程管理フローチャート例

工程フロー	管理項目	管理の目的
<pre> graph TD     A[部品, 材料購入] --&gt; B[受入検査]     B --&gt; C[拡散]     B --&gt; D[電極形成]     E[シリコン・ウェーハ] --&gt; C     F[配線材] --&gt; D     C --&gt; G[ウェーハ・テスト]     D --&gt; G     G --&gt; H[ペレットサイズ]     H --&gt; I[チップ・マウント]     J[ケース] --&gt; I     I --&gt; K[ワイヤ・ボンディング]     L[金細線] --&gt; K     K --&gt; M[キャップ封着]     M --&gt; N[熱エージング]     N --&gt; O[捺印]     O --&gt; P[選別]     P --&gt; Q[製品検査]     Q --&gt; R[信頼性試験]     R --&gt; S[在庫]     S --&gt; T[出荷]     </pre>	比抵抗	基本パラメータの良否判定
	層抵抗	
	$V_{th}$ , 耐圧	
	外 観	エッチングの良否判定
	メタル膜厚	膜厚の確認
	外 観	エッチングの良否判定
	電気的特性 (全数)	電気的特性不良の除去
	外 観	チップ外観の良否判定
	外 観	チップ・マウントの良否判定
	外 観	ボンディング状態の良否判定
	引っ張り強度	
	外 観	封着状態の良否判定
	温度・時間	封止樹脂の安定化
	外 観	捺印の良否判定
	電気的特性	電気的特性不良の除去
	電気的特性	在庫品質の良否判定
	外 観	
	寿命試験	信頼性の確認
	環境試験	

図 2 - 2 シリコン・パワーFET (プラスチック・パッケージ) 製品の製造工程管理フローチャート例

工程フロー	管理項目	管理の目的
<pre> graph TD     A[部品, 材料購入] --&gt; B[受入検査]     B --&gt; C[拡散]     B --&gt; D[電極形成]     C --&gt; D     E[シリコン・ウェーハ] --&gt; C     D --&gt; F[ウェーハ・テスト]     G[配線材] --&gt; D     F --&gt; H[ペレットサイズ]     H --&gt; I[チップ・マウント]     J[リード・フレーム] --&gt; I     K[金細線] --&gt; I     I --&gt; L[ワイヤ・ボンディング]     L --&gt; M[樹脂封止]     N[モールド樹脂] --&gt; M     M --&gt; O[熱エージング]     O --&gt; P[リード・メッキ]     P --&gt; Q[選別]     Q --&gt; R[捺印]     R --&gt; S[信頼性試験]     S --&gt; T[テーピング]     U[キャリア・テープ, カバー・テープ, リール] --&gt; T     T --&gt; V[製品検査]     V --&gt; W[在庫]     W --&gt; X[出荷]     </pre>	比抵抗	基本パラメータの良否判定
	層抵抗	
	$V_{th}$ , 耐圧	
	外 観	エッチングの良否判定
	メタル膜厚	膜厚の確認
	外 観	エッチングの良否判定
	電気的特性 (全数)	電気的特性不良の除去
	外 観	チップ外観の良否判定
	外 観	チップ・マウントの良否判定
	外 観	ボンディング状態の良否判定
	引っ張り強度	
	外 観	封止状態の良否判定
	温度・時間	封止樹脂の安定化
	外 観	メッキ仕上がりの良否判定
	電気的特性	電気的特性不良の除去
	外 観	捺印の良否判定
	寿命試験	信頼性の確認
	環境試験	
	電気的特性	在庫品質の良否判定
	外 観	

### 3. 製品検査

製品検査は、選別済みの製品の外観と電気的特性などが定められた規格を満足しているか否かを確認するため、抜取検査により実施しています。

以下に製品検査例を示します。

#### (1) シリコン・パワーFET (中空プラスチック・パッケージ)

区 分	項 目	抜取検査方式		
		LTPD	試料数	合格判定個数
オープン・ショート	オープン, ショート	10%	22	0
DC 項目	$BV_{GSS}$ , $BV_{DSS}$ , $I_{GSS}$ , $I_{DSS}$ , $g_m$ , $V_{th}$ ( $V_{GS(off)}$ )	10%	22	0
RF 項目	$P_{out}$ , $\eta_d$ , $G_L$	10%	22	0
重度外観	樹脂クラック, リード変形, リード折れ, リード・メッキなし, 捺印なし	1%	231	0
軽度外観	樹脂成形不良・欠け, リード・メッキ不良, 捺印不鮮明	1%	231	0

#### (2) シリコン・パワーFET (プラスチック・パッケージ)

区 分	項 目	抜取検査方式		
		LTPD	試料数	合格判定個数
オープン・ショート	オープン, ショート	10%	22	0
DC 項目	$BV_{GSS}$ , $BV_{DSS}$ , $I_{GSS}$ , $I_{DSS}$ , $g_m$ , $V_{th}$ ( $V_{GS(off)}$ )	10%	22	0
RF 項目	$P_{out}$ , $\eta_d$	10%	22	0
重度外観	樹脂クラック, リード変形, リード折れ, 半田メッキなし, 捺印なし	1%	231	0
軽度外観	樹脂成形不良・欠け, 半田メッキ不良, 捺印不鮮明	1%	231	0

#### 4. 信頼性試験

信頼性試験は EIAJ ED-4701, MIL-STD-750 などを参考に, 定期的を実施しております。

以下に, 4.1 信頼性試験の内容例, 4.2 信頼性試験での故障判定基準例を示します。

##### 4.1 信頼性試験の内容例

(1) シリコン・パワーFET (中空プラスチック・パッケージ) 製品の信頼性試験の内容例を示します。

試験項目	試験条件	試験数量	関連規格
半田付け性	215±5°C または 245±5°C, 5 秒	10	MIL-STD-750 2026
半田耐熱性	260±5°C, 10 秒	10	MIL-STD-750 2031
温度サイクル	$T_{stg\ min.}^{\text{注1}} \sim T_{stg\ max.}^{\text{注1}}$ 各 30 分, 100 サイクル	10	MIL-STD-750 1051
高温保存	$T_{stg\ max.}^{\text{注1}}$ , 1 000 時間	10	MIL-STD-750 1031
連続動作	$T_{ch} = T_{ch\ max.}^{\text{注1}}$ , $V_{DS} = V_{DS\ max.}^{\text{注2}}$ , $I_{DS} = I_{DS\ max.}^{\text{注2}}$ , 1 000 時間	8	MIL-STD-750 1026
高温高湿バイアス	$T_A = 85^\circ\text{C}$ , $Rh = 85\%$ , $V_{GS} = \pm V_{GS\ max.}^{\text{注1}}$ , 1 000 時間	8	EIAJ ED-4701 102
高温バイアス	$T_A = T_{stg\ max.}^{\text{注1}}$ , $V_{GS} = \pm V_{GS\ max.}^{\text{注1}}$ , 1 000 時間	8	EIAJ ED-4701 102
端子強度 (引っ張り)	規定荷重付加, 10 秒保持	3	MIL-STD-750 2036
端子強度 (折り曲げ)	規定荷重付加, 0° → 90° → 0°, 3 回	3	MIL-STD-750 2036
静電気耐量	$C = 200\ \text{pF}$ , $R = 0\ \Omega$ , 1 回, 最弱端子間	10	EIAJ ED-4701 304

注 1. 絶対最大定格

2. 推奨動作条件

備考 合否判定はサンプル数にかかわらず (0, 1) 判定

(2) シリコン・パワーFET (プラスチック・パッケージ) 製品の信頼性試験の内容例を示します。

試験項目	試験条件	試験数量	関連規格
半田付け性	215±5°Cまたは245±5°C, 5秒	22	MIL-STD-750 2026
半田耐熱性	260±5°C, 10秒	22	MIL-STD-750 2031
温度サイクル <sup>注1</sup>	T <sub>stg min.</sub> <sup>注2</sup> ~ T <sub>stg max.</sub> <sup>注2</sup> 各30分, 100サイクル	22	MIL-STD-750 1051
高温保存	T <sub>stg max.</sub> <sup>注2</sup> , 1000時間	22	MIL-STD-750 1031
連続動作	T <sub>ch</sub> = T <sub>ch max.</sub> <sup>注2</sup> , V <sub>DS</sub> = V <sub>DS max.</sub> <sup>注3</sup> , I <sub>DS</sub> = I <sub>DS max.</sub> <sup>注3</sup> , 1000時間	22	MIL-STD-750 1026
高温高湿バイアス <sup>注1</sup>	T <sub>A</sub> = 85°C, Rh = 85%, V <sub>GS</sub> = ±V <sub>GS max.</sub> <sup>注2</sup> , 1000時間	22	EIAJ ED-4701 102
高温バイアス	T <sub>A</sub> = T <sub>stg max.</sub> <sup>注2</sup> , V <sub>GS</sub> = ±V <sub>GS max.</sub> <sup>注2</sup> , 1000時間	22	EIAJ ED-4701 102
PCT <sup>注1</sup>	T <sub>A</sub> = 125°C, Rh = 100%, P = 223 kPa, 96時間	22	-
端子強度 (引っ張り)	規定荷重付加, 10秒保持	11	MIL-STD-750 2036
端子強度 (折り曲げ)	規定荷重付加, 0° → 90° → 0°, 3回	11	MIL-STD-750 2036
静電気耐量	C = 200 pF, R = 0 Ω, 1回, 最弱端子間	20	EIAJ ED-4701 304

注1. 前処理: 高温保管 (125°C, 24時間) + 高温高湿保管 (85°C, 85%, 24時間) + SH (260°C, 10秒, 3回)

2. 絶対最大定格

3. 推奨動作条件

備考 合否判定はサンプル数にかかわらず (0, 1) 判定

## 4.2 信頼性試験での故障判定基準例

### (1) シリコン・パワーFET (中空プラスチック・パッケージ) 製品の信頼性試験での故障判定基準例

試験項目	故障判定基準		
	項目	下限	上限
半田耐熱性, 温度サイクル, 高温保存, 連続動作, 高温高湿バイアス, 高温バイアス, 静電気耐量	ゲート・ソース間リーク電流 ( $I_{GSS}$ )	-	U
	飽和ドレイン電流 (ゲート電圧 0V 時ドレイン電流) ( $I_{DSS}$ )	-	U
	相互コンダクタンス ( $g_m$ )	$S \times 0.8$	$S \times 1.2$
	しきい値電圧 ( $V_{th}$ )	$S \times 0.8$	$S \times 1.2$
端子強度	リード外観	破断, ゆるみがないこと	
半田付け性		95%以上半田が濡れていること	

備考 U: 製品規格上限値

S: 初期値

### (2) シリコン・パワーFET (プラスチック・パッケージ) 製品の信頼性試験での故障判定基準例

試験項目	故障判定基準		
	項目	下限	上限
半田耐熱性, 温度サイクル, 高温保存, 連続動作, 高温高湿バイアス, 高温バイアス, PCT, 静電気耐量	ゲート・ソース間リーク電流 ( $I_{GSS}$ )	-	U
	飽和ドレイン電流 (ゲート電圧 0V 時ドレイン電流) ( $I_{DSS}$ )	-	U
	相互コンダクタンス ( $g_m$ )	$S \times 0.8$	$S \times 1.2$
	しきい値電圧 ( $V_{th}$ )	$S \times 0.8$	$S \times 1.2$
端子強度 (折り曲げ)	リード外観	破断, ゆるみがないこと	
半田付け性		95%以上半田が濡れていること	

備考 U: 製品規格上限値

S: 初期値

**NEC化合物デバイス株式会社** [http://www.csd-nec.com/index\\_j.html](http://www.csd-nec.com/index_j.html)

---

**営業に関する問い合わせ先**

営業本部 事業推進グループ T E L : 044-435-1588  
E-mail : salesinfo@csd-nec.com  
F A X : 044-435-1579

**技術に関する問い合わせ先**

営業本部 販売技術グループ E-mail : techinfo@csd-nec.com  
F A X : 044-435-1918