

## ダイオード

## 品質保証と信頼性

## ●当社製品の信頼性

「われわれは、つねに品質を第一とする」これが、当社の企業目的です。ここでいう品質には、狭義の品質、価格及び納期が含まれており、当社ではそれぞれに最善の努力をはらっていますが、その中でも特に狭義の品質を重視しています。

半導体デバイスについては、初期故障段階及び偶発故障段階での故障を徹底して減らすことに全力を投じていると言っても過言ではありません。故障率  $\lambda_f$  がほぼ一定となる偶発故障段階における故障率  $\lambda_r$  はデバイス設計によほどの問題がなければ、各デバイスメーカー共、ほぼ同じレベルに近づいているといえます。そこで当社が最も努力をはらっているのが、半導体デバイスをお客様にお届けするときには、すでに適切なスクリーニング（デバッキング）、すなわち、潜在的な故障をあらかじめ非破壊的に選別除去することにより、その時の故障率  $\lambda_i$  を偶発故障段階の故障率  $\lambda_r$  にできるだけ近づけていることです。こうした努力が、お客様における低い故障率実績として表れ、当社製品は高信頼度製品とご好評をいただいているゆえんです。

## ●品質保証システム

当社のダイオード製品の品質保証システムは素子の工程能力を十分高め、かつ最終組立後の全数検査を高輝度で実施することです。このため、ウエハ工程では先行組立て後、電気的特性を測定し、おのこの工程能力を把握します。また、拡散ロットごとに短期の寿命試験を実施し、信頼性水準の確認をします。組立て工程では、全数スクリーニング、多回数全数測定により高い測定精度で全数保証いたしております。

Fig.1 に品質保証系統図を示します。

## ●品質保証活動

## (1) 教育訓練

教育訓練は、当社の教育訓練基本目標に従い、品質管理、生産管理、技術、購買、製造、管理などのすべての部門を対象に信頼性保証部品を製造するための教育訓練を実施しております。

## (2) 点検、校正

製造工程中の測定や検査に用いるすべての測定器は、当社の計測器管理規定に基づき、定期的な点検、校正を実施しております。

## (3) 製造工程の管理

材料、製造条件、検査、特定作業については、社内標準

を設定し維持、管理しております。また、防塵、防湿、恒温といった環境条件も管理基準を定め、厳密な管理を実施しております。

## ●信頼性試験

完成品の信頼度、全工程の品質管理状態を確認するために定期的実施する環境試験、寿命試験です。

Table 1

No.	試験項目	試験条件	判定値	関連規格
1	はんだ付け性	230°C共晶はんだ中へ5秒浸漬	はんだ付け不良長さ1mm以下	JIS C 7021 A-2
2	端子線引張り強度	荷重500g、5秒間端子線方向への引張り		JIS C 7021 A-11
3	はんだ耐熱性	350°Cはんだ槽中へ端子線根元1.5mmまで浸漬		JIS C 7021 A-1
4	煮沸	100°C 5Hrs.		
5	温度サイクル	Tstg (Min.) / Ta / Tstg (Max.) 20℃		JIS C 7021 A-4
6	熱衝撃	-65°C (5) / 100°C (5) / 15℃		JIS C 7021 A-3
7	プレッシャークッカー	125°C 2気圧 4Hrs. RH=85%		
8	高温高湿放置	Ta=85°C RH=85% 1,000 Hrs.	$V_F < U^* \times 1.1$ $I_R < U^* \times 2.0$	JIS C 7021 B-11
9	高温放置	Ta=Tstg (Max.), 1,000 Hrs.	$V_2$   : 2% 機械的損傷のないこと	JIS C 7021 B-10
10	小信号ダイオード負荷寿命	Ta=25°C, I <sub>f</sub> =I <sub>o</sub> 1.5H <sub>ron</sub> / 0.5H <sub>roff</sub> : 1000Hrs.		JIS C 7021
11	定電圧ダイオード連続動作	Ta=25 Pd= Pd (Max.), 1,000 Hrs.		JIS C 7021 B-2
12	整流ダイオード連続動作	I <sub>f</sub> =I <sub>o</sub> Ta T <sub>j</sub> (Max.), 1,000 Hrs.		JIS C 7021 B-13
13	可変容量ダイオード高温逆バイアス寿命	V <sub>R</sub> =V <sub>RM</sub> Ta T <sub>j</sub> (Max.), 1,000 Hrs.		JIS C 7021 B-3

\* U: 規格上限値

ダイオード

●ダイオード品質保証システム

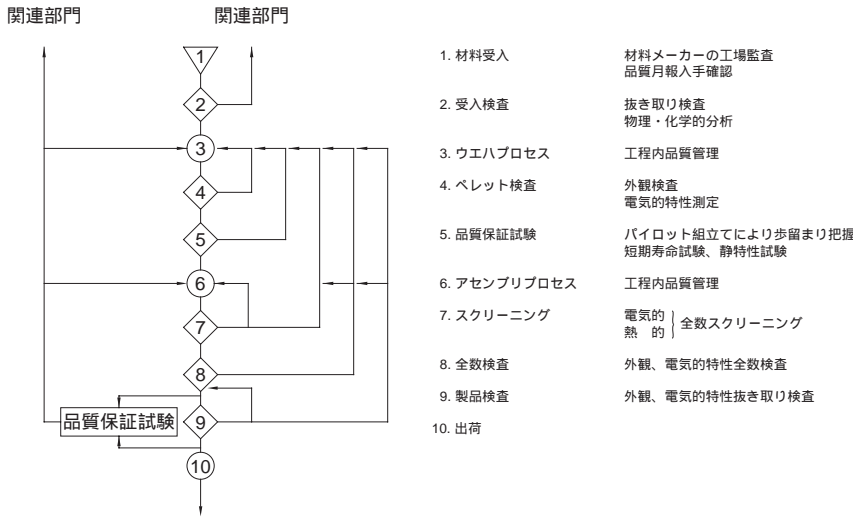


Fig.1 品質保証システム図

●信頼度予測

電子システム、電子部品の信頼度予測法として最も妥当性のあるものの一つで、一般によく利用するものに MIL-HDBK-217F 「電子機器の信頼度予測」があります。信頼度予測の参考としていただくために、半導体デバイスに関する部分を要約して述べてみます。

●ディスクリート半導体デバイスの故障率予測

低周波ダイオードの故障率予測モデルについて示します。ディスクリート半導体デバイスの故障率予測モデル  $\lambda_p$  は

$$\lambda_p = \lambda_b \times \pi_T \times \pi_S \times \pi_C \times \pi_Q \times \pi_E$$

で与えられ、ここに

$\lambda_p$ : 基礎故障率でダイオードタイプ/用途で決まるもので Table 2 から求められます。

$\pi_T$ : 温度ファクタ (Tables 3, 4)

$\pi_S$ : 電氣的ストレスファクタ (Table 5)

$\pi_C$ : コンタクト構造ファクタ (Table 6)

$\pi_Q$ : 品質ファクタ (Table 7)

$\pi_E$ : 環境ファクタ (Table 8)

Table 2. 基礎故障率モデル ( b )

ダイオードタイプ / 用途	b
一般用アナログ	.0038
スイッチング	.0010
電力用整流器	.069
ファーストリカバリ	
電力用整流器、ショットキー電力用ダイオード	.0030
高圧積層電力用整流器	.005 / ジャンクション
トランジェットサブレッサ / バリスタ	.0013
電流レギュレータ	.0034
電流レギュレータおよび電圧基準用 (アバランシェとツェナ)	.0020

ダイオード

Table 3. 温度ファクタ(  $\tau$  ) (電圧レギュレータ、電圧基準用および電圧レギュレータ)

Tj ( °C )	$\tau$	Tj ( °C )	$\tau$
25	1.0	105	3.9
30	1.1	110	4.2
35	1.2	115	4.5
40	1.4	120	4.8
45	1.5	125	5.1
50	1.6	130	5.4
55	1.8	135	5.7
60	2.0	140	6.0
65	2.1	145	6.4
70	2.3	150	6.7
75	2.5	155	7.1
80	2.7	160	7.5
85	3.0	165	7.9
90	3.2	170	8.3
95	3.4	175	8.7
100	3.7		

$$\tau = \exp\left\{-1925\left(\frac{1}{T_j+273} - \frac{1}{298}\right)\right\}$$

Tj = ジャンクション温度 ( °C )

Table 4. 温度ファクタ(  $\tau$  ) (一般用アナログ、スイッチング、ファーストリカバリ、電力用整流器、トランジエントサプレッサ)

Tj ( °C )	$\tau$	Tj ( °C )	$\tau$
< 25	1.0	105	9.0
30	1.2	110	10
35	1.4	115	11
40	1.6	120	12
45	1.9	125	14
50	2.2	130	15
55	2.6	135	16
60	3.0	140	18
65	3.4	145	20
70	3.9	150	21
75	4.4	155	23
80	5.0	160	25
85	5.7	165	28
90	6.4	170	30
95	7.2	175	32
100	8.0		

$$\tau = \exp\left\{-3091\left(\frac{1}{T_j+273} - \frac{1}{298}\right)\right\}$$

Tj = ジャンクション温度 ( °C )

Table 5. 電氣的ストレスファクタ(  $s$  )

S, ストレス	s
トランジエント、サプレッサ、電圧レギュレータ、電圧基準用、電流レギュレータ	1.0
その他のすべて	
Vs ≤ .30	0.054
.3 < Vs ≤ .40	0.11
.4 < Vs ≤ .50	0.19
.5 < Vs ≤ .60	0.29
.6 < Vs ≤ .70	0.42
.7 < Vs ≤ .80	0.58
.8 < Vs ≤ .90	0.77
.9 < Vs ≤ 1.0	1.0
トランジエント、サプレッサ、電圧レギュレータ、電圧基準用、電流レギュレータを除くすべてに対して	
s = 0.54 ( Vs ≤ .3 )	
s = Vs <sup>2.43</sup> (.3 < Vs ≤ 1)	
Vs = 電圧ストレス比 = $\frac{\text{印加電圧}}{\text{定格電圧}}$	
電圧はダイオード逆電圧	

Table 6. コンタクト構造ファクタ(  $c$  )

コンタクト構造	c
金属接合	1.0
非金属接合とスプリング負荷接触	2.0

Quality factor = 2.4 (from MIL-HDBK-217F)  
 Environment factor = 9.0 (from MIL-HDBK-217F)

## ダイオード

Table 7. 品質ファクタ ( α )

品質	α
JANTXV	0.7
JANTX	1.0
JAN	2.4
下級品質	5.5
プラスチック	8.0

Table 8. 環境ファクタ ( ε )

環境	ε
GB 地上、温和	1.0
GF 地上、固定	6.0
GM 地上、移動用	9.0
Ns 海、有蓋	9.0
Nu 海、無蓋	19
AIC 空、有人輸送機	13
AIF 空、有人戦闘機	29
AUC 空、無人輸送機	20
AUF 空、無人戦闘機	43
ARW 空、回転翼	24
SF 宇宙、飛行中	.50
MF ミサイル、飛行中	14
ML ミサイル、発射時	32
CL キャノン、発射時	320

## ●故障率計算の例

[問題設定]

スイッチングダイオード（仕様 DO-35 パッケージ  $T_{Max.}=175^{\circ}C$ ,  $P=500mW$ 、品質等級：JAN 級、コンタクト構造：非金属接合とスプリング負荷接触）をケース温度  $62^{\circ}C$  定格負荷 60%、定格電圧 30%、室温  $T_a=25^{\circ}C$  で動作させたときの予測故障率  $\lambda_b$  はいくらになるか？

[計算]

(1) スwitchingダイオードであるから Table 2 より

$$\lambda_b = 0.0010$$

(2)  $P=500W$  で 50% 負荷、ケース温度  $55^{\circ}C$ 

$$T_j = T_c + \theta_{JC} P$$

$$= 62^{\circ}C + 10^{\circ}C / W \times 0.30W = 65^{\circ}C$$

したがって Table 4 より  $\pi_T = 3.4$ (3) Table 5 より  $\pi_S = 0.054$ (4) Table 6 より  $\pi_C = 2.0$ (5) Table 7 より  $\pi_Q = 2.4$ (6) Table 8 より  $\pi_E = 9.0$ (7)  $\lambda_p = \lambda_b \times \pi_T \times \pi_S \times \pi_C \times \pi_Q \times \pi_E / 10^6 \text{時間} = 0.0079 / 10^6 \text{時間} = 7.9 \text{Fit}$ \*  $\theta_{JC}$  は DO-35 パッケージの近似ケース対ジャンクション熱抵抗値

## ご 注 意

本資料の一部または全部を弊社の許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。  
本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。  
本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用にあたりましては、別途仕様書を必ずご請求の上、ご確認下さい。

記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。従いまして、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。

ここに記載されております製品に関する応用回路例、情報、諸データは、あくまで一例を示すものであり、これらに関します第三者の工業所有権等の知的財産権、及びその他の権利に対して、権利侵害がないことの保証を示すものではございません。従いまして(1)上記第三者の知的財産権の侵害の責任、又は、(2)これらの製品の使用により発生する責任につきましては弊社は、その責を負いかねますのでご了承ください。

本資料に記載されている製品の販売に関し、その製品自体の使用、販売、その他の処分以外には弊社の所有または管理している工業所有権などの知的財産権またはその他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を買主に許諾するものではありません。

本品は、特定の機器・装置用として特別に設計された専用品とみなされるため、その機器・装置が外為法に定める規制貨物に該当するか否かを判断していただく必要があります。

本製品は「耐放射線設計」はなされておられません。

本資料に掲載されている製品は、一般的な電子機器（AV機器、OA機器、通信機器、家電製品、アミューズメント機器など）への使用を意図しています。極めて高度な信頼性が要求され、その製品の故障や誤動作が直接人命に関わるような機器・装置（医療機器、輸送機器、航空宇宙機、原子力制御、燃料制御、各種安全装置など）へのご使用を検討される際は、事前に弊社営業窓口までご相談願います。

### 輸出貿易管理令について

本資料に掲載した製品は、輸出貿易管理令別表1の16項に定める関税定率法別表第85類の貨物の対象となりますので、輸出する場合には、大量破壊兵器などの不拡散のためのキャッチオール規制に基づく客観要件又はインフォーム要件に該当するか否かを判定願います。