Panasonic

表　面　実　装　固　定　抵　抗　器

ＴＥＣＨＮＩＣＡＬ　ＧＵＩＤＥ

Ver.3

パナソニック株式会社
インダストリアルソリューションズ社
デバイスソリューション事業部

目　　次

1　はじめに　・・・・・・・・・・・・・・・ 2

2　表面実装固定抵抗器の構造　・・・・・・・・・・・・・・・ 3

3　厚膜チップ固定抵抗器の製造法　・・・・・・・・・・・・・・・ 4

4　表面実装固定抵抗器の体系　・・・・・・・・・・・・・・・ 5

5　表面実装固定抵抗器の種類　・・・・・・・・・・・・・・・ 6

6　信頼性　・・・・・・・・・・・・・・・ 7

7　故障メカニズム　・・・・・・・・・・・・・・・ 8

8　使用上の注意　・・・・・・・・・・・・・・・ 9

9　使用技術

９．１　回路設計　・・・・・・・・・・・・・・・ 11

９．２　プリント基板設計　・・・・・・・・・・・・・・・ 18

９．３　使用環境　・・・・・・・・・・・・・・・ 20

９．４　実装方法　・・・・・・・・・・・・・・・ 22

1. はじめに

固定抵抗器は電子回路を構成する主要な電子部品であり，様々な電子回路の要望に則した固定抵抗器が開発され，使用されています。本テクニカルガイドは，これら固定抵抗器の中で特に高密度実装が必要な電子機器に使用されている角形表面実装固定抵抗器について，その使用技術をまとめたものです。

各種表面実装固定抵抗器の選定は，その回路の特徴からご判断いただく必要が有りますが，一般的には，次のステップで選定いただくのが効果的かと思われます。

（１）単品チップ抵抗器か複合チップ抵抗器を選択する

（２）単品チップ抵抗器の場合は厚膜チップ抵抗器か薄膜チップ抵抗器かを選択する

（３）複合チップ抵抗器の場合は多連チップ抵抗器（独立回路）かチップ形ネットワーク（並列回路）かを選択する。

（４）ご使用電圧（電力）に合わせて，表面実装固定抵抗器の形状を選択する。
さらに、各タイプが重複している部分については、その他の性能から選定頂くことになります。

当社では、数多くの表面実装抵抗器を品揃えし、お客様の多様なニーズにお応えするようにしておりますが、より安定にご使用頂くために本テクニカルガイドの内容をご理解いただき、またご使用前に技術的内容についてもご相談させて頂ければ幸いです。

本テクニカルガイドは、予告なく変更する場合があります。
必ず最新版をご確認いただきますようお願いします。

2. 表面実装固定抵抗器の構造

図１～図６に代表的な表面実装固定抵抗器の構造図を示します。基材としては全てアルミナ基板を、電極には厚膜電極を、抵抗には厚膜抵抗又は薄膜抵抗を用いており、表面実装抵抗器の用途により構造が少しずつ異なっています。

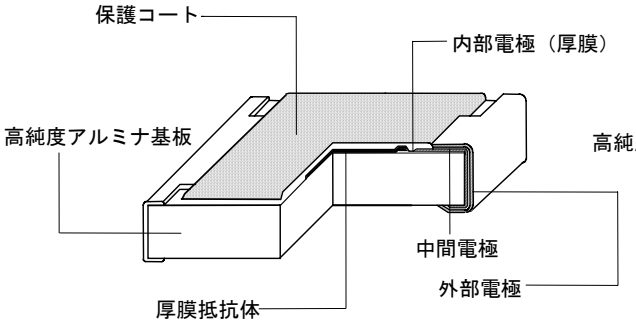


図１　厚膜チップ固定抵抗器

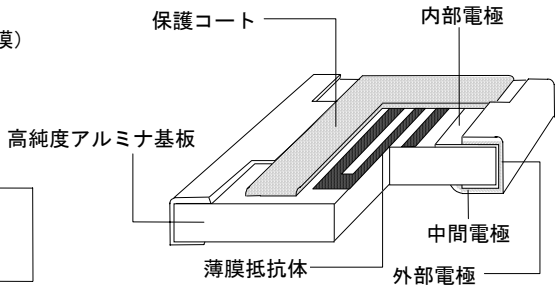


図２　薄膜チップ固定抵抗器

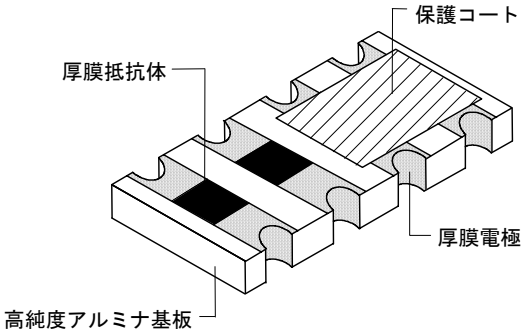


図３　凹電極形多連チップ固定抵抗器

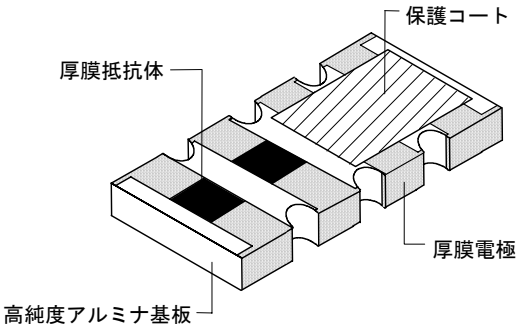


図４　凸電極形多連チップ固定抵抗器

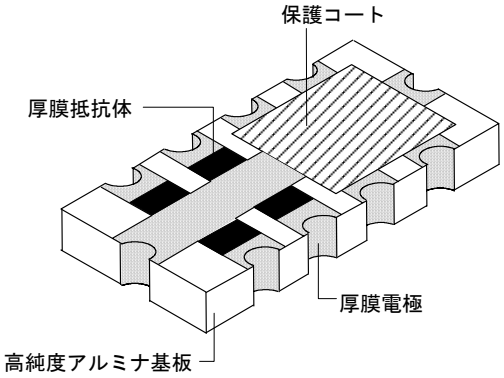


図５　凹電極形チップ抵抗ネットワーク

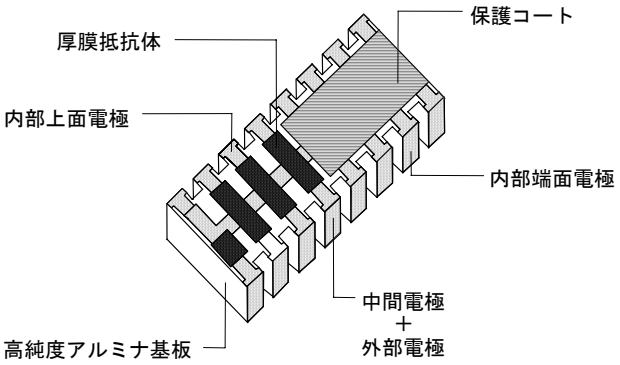


図６　凸電極形チップ抵抗ネットワーク

3. 厚膜チップ固定抵抗器の製造法

図７に表面実装固定抵抗器の最も代表的な製品である角形厚膜チップ固定抵抗器の製造法を示します。

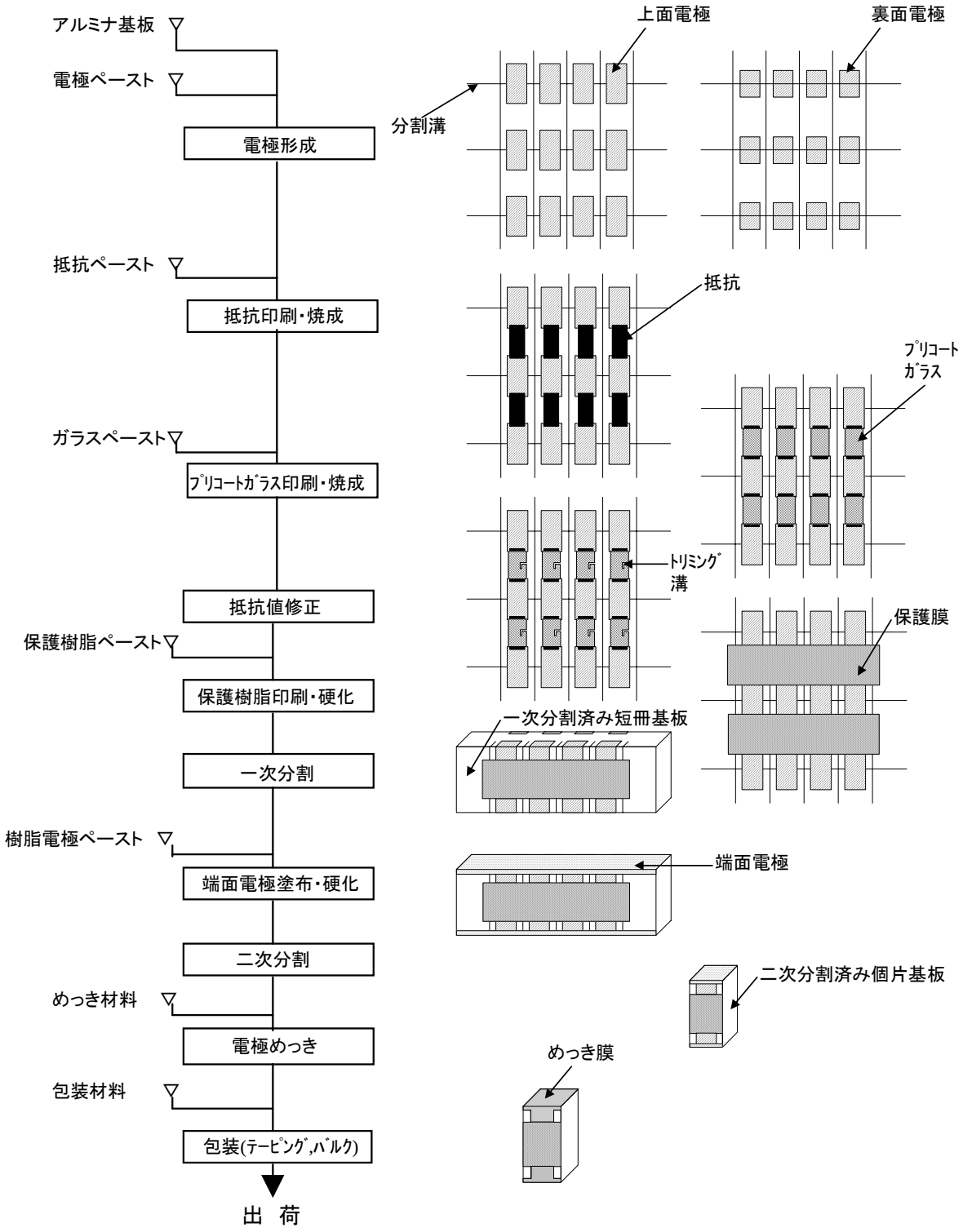


図７　厚膜チップ固定抵抗器の製造工程図

4. 表面実装固定抵抗器の体系

図８に厚膜チップ抵抗器の品種毎の抵抗値範囲と抵抗温度特性（ＴＣＲ）を示します。

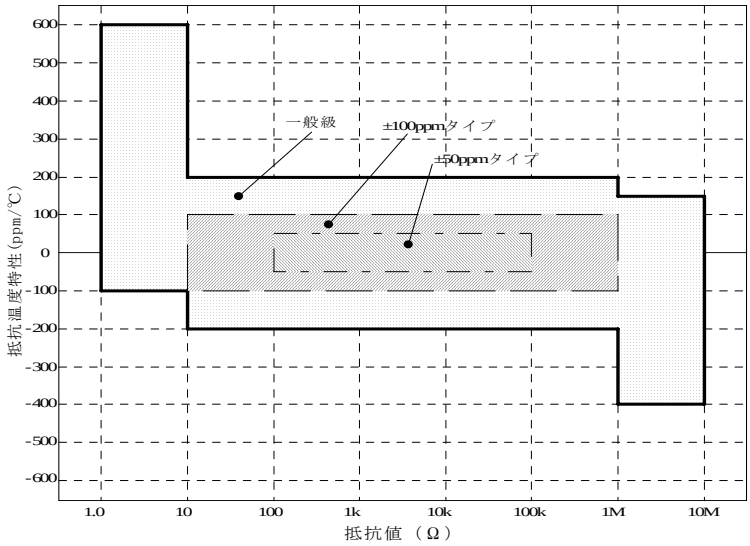


図８　厚膜チップ抵抗器の体系図

図９に薄膜チップ抵抗器の品種毎の抵抗値範囲と抵抗温度特性（ＴＣＲ）を示します。

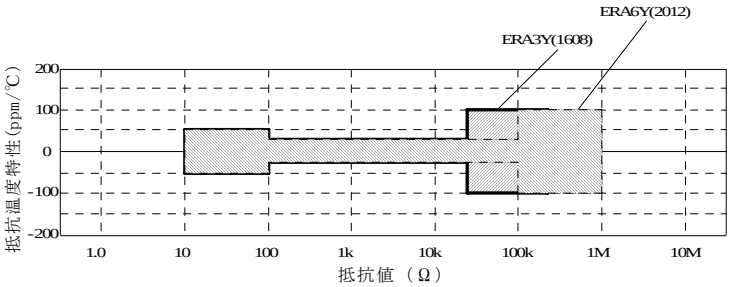


図９　薄膜チップ抵抗器の体系図

図１０に厚膜チップ抵抗器（低抵抗）の品種毎の抵抗値範囲と抵抗温度特性（ＴＣＲ）を示します。

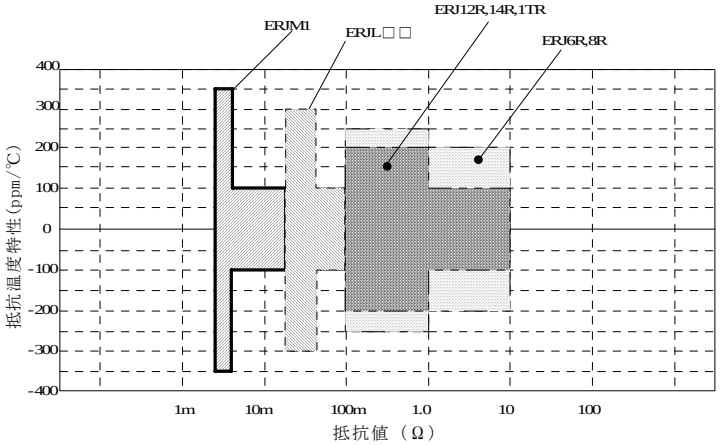


図１０　厚膜チップ抵抗器（低抵抗タイプ）の体系図

5. 表面実装固定抵抗器の種類

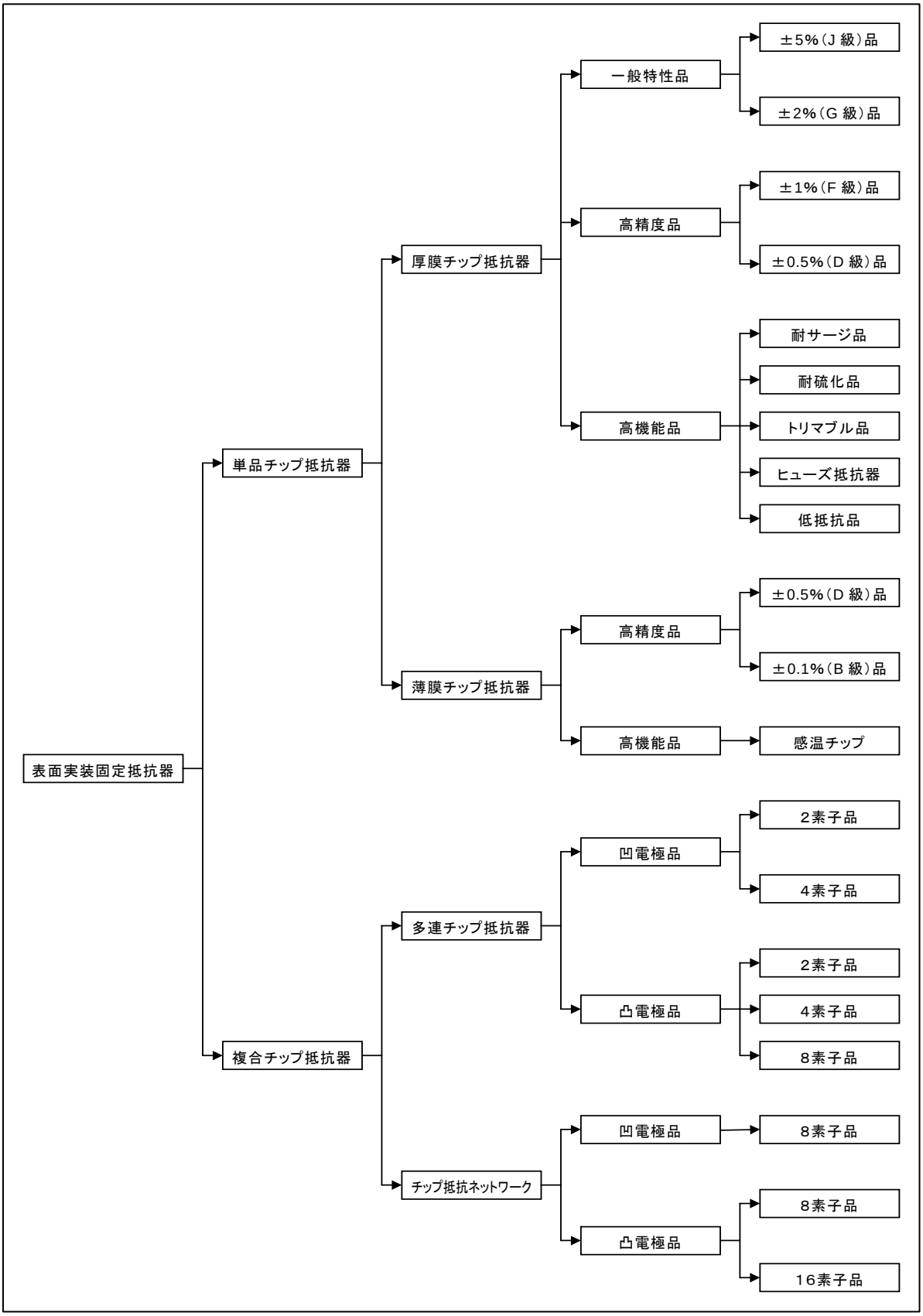


図１１　表面実装固定抵抗器の種類

6. 信頼性

表－１に表面実装固定抵抗器（厚膜チップ固定抵抗器）のフィールド故障率を示します。
（セット：テレビ）

表－１　フィールド故障率

品　番 （形 状）	使用部品数量 （ｎ）	部品使用時間 （ｎ×Ｔ）	故障数 （ｒ）	故障率（ｆｉｔ）	
				点推定 （λ0）	信頼性水準 60% （λ60）
ＥＲＪ２Ｇ （１００５）	1.21×10^{10} (1990 年より)	5.86×10^{13} (1990 年より)	0	０．０	0.0000156
ＥＲＪ３Ｇ （１６０８）	5.64×10^{10} (1986 年より)	4.41×10^{14} (1986 年より)	0	０．０	0.0000020
ＥＲＪ６Ｇ （２０１２）	1.20×10^{11} (1986 年より)	1.38×10^{15} (1986 年より)	0	０．０	0.0000006
ＥＲＪ８Ｇ （３２１６）	5.06×10^{10} (1986 年より)	8.38×10^{14} (1986 年より)	0	０．０	0.0000011
ＥＲＪ１４ （３２２５）	1.11×10^{9} (1987 年より)	7.66×10^{12} (1987 年より)	0	０．０	0.0001200
ＥＲＪ１２ （４５３２）	1.01×10^{9} (1987 年より)	7.25×10^{12} (1987 年より)	0	０．０	0.0001268
ＥＲＪ１Ｔ(１Ｗ) （６４３２）	1.53×10^{8} (1990 年より)	8.87×10^{11} (1990 年より)	0	０．０	0.0010360

※使用時間（Ｔ）は、１日６時間として３６５日使用した場合の時間

＜故障率の計算方法＞

信頼性水準 ＝ ６０％

市場不良率“０”の時の信頼性保証係数 ＝ $\dfrac{X^2\{2(r+1),\ \alpha\}}{2}$

＝ ０．９２

市場不良率 $\lambda 60 = \dfrac{X^2\{2(r+1),\ \alpha\}}{2(n\times T)}\times10^9$

$= \dfrac{0.92}{n\times T}\times10^9$（ｆｉｔ）

7. 故障メカニズム

図１２に厚膜チップ固定抵抗器，多連チップ固定抵抗器およびチップ抵抗ネットワークの故障メカニズムを，図１３に薄膜チップ固定抵抗器の故障メカニズムを示します。破壊モードとしては抵抗値オープンか抵抗値変化大のモードとなり、抵抗器が短絡するショートモードにはなりません。

厚膜チップ抵抗器・多連チップ抵抗器の故障メカニズム

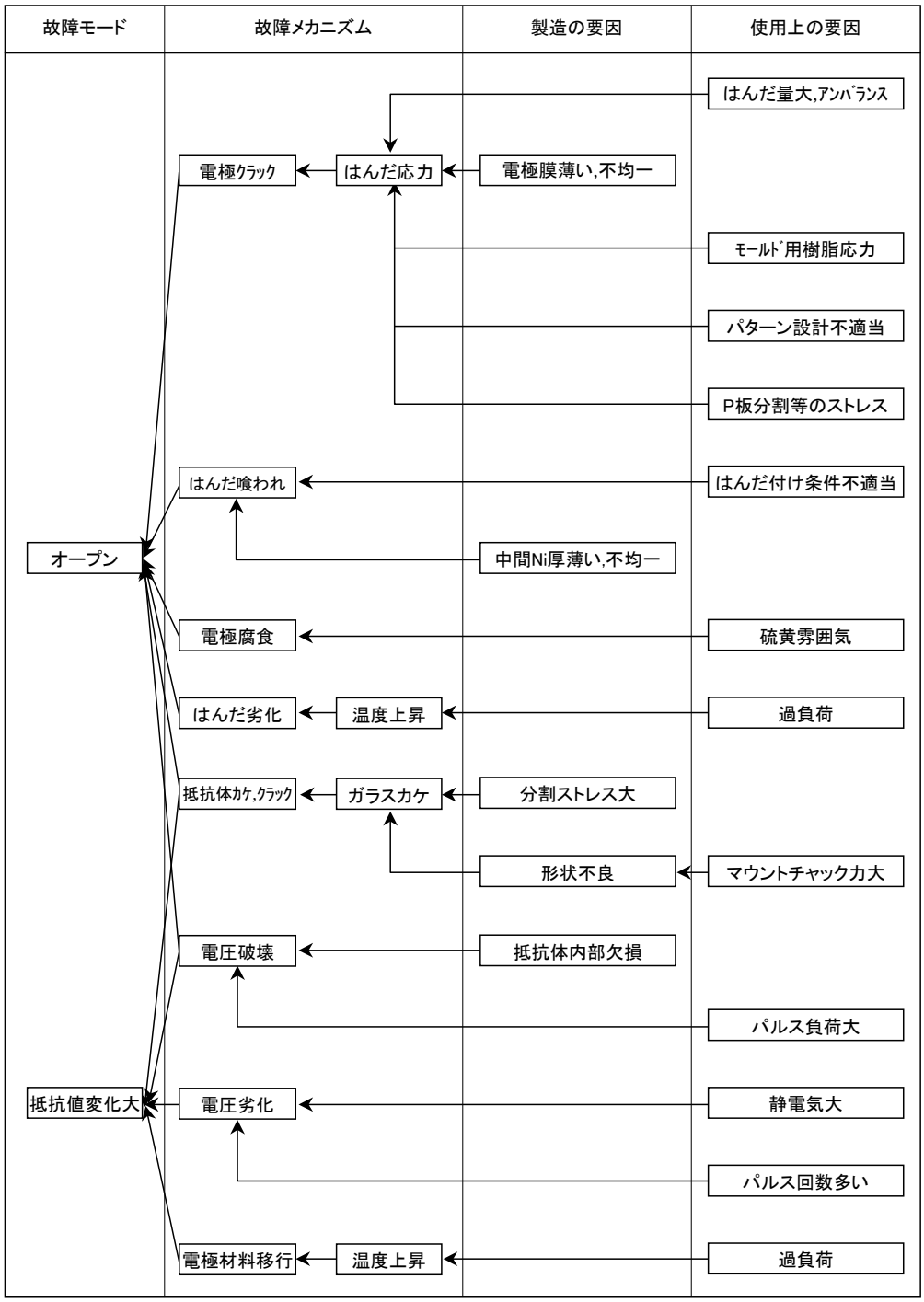


図１２　角形チップ固定抵抗器, 多連チップ固定抵抗器, チップ抵抗ﾈｯﾄﾜｰｸの故障メカニズム

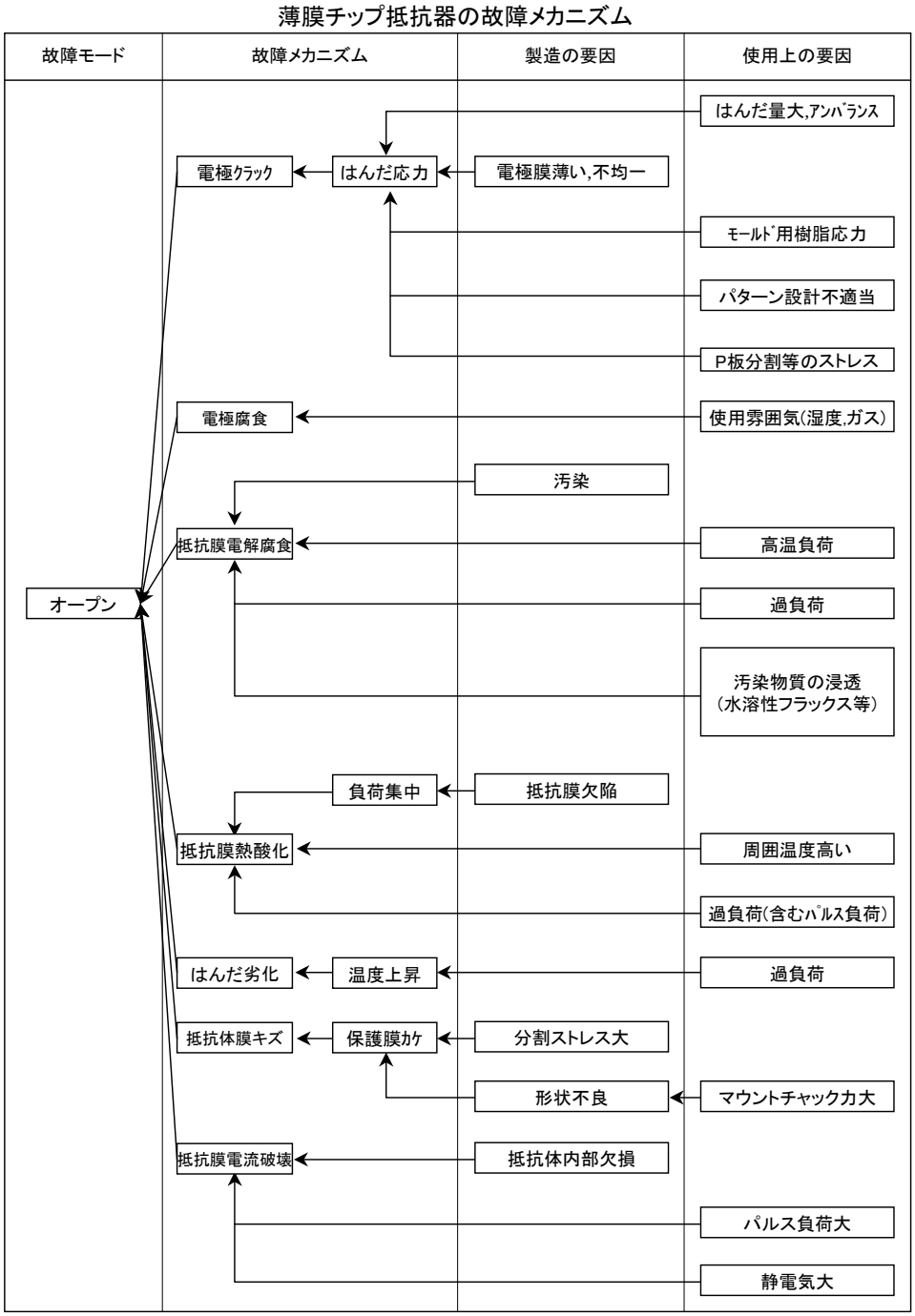


図１３　薄膜チップ固定抵抗器の故障メカニズム

8. 使用上の注意事項

８．１　取り扱い注意事項

当製品は、一般電子機器（ＡＶ製品、家電製品、事務機器、情報通信機器等）に汎用標準的な用途で使用される事を意図しており、下記の特殊環境での使用を考慮した設計はしていません。

従って、次の特殊環境でのご使用および条件では性能に影響を受ける恐れがあり、ご使用に対しては貴社にて十分に性能・信頼性等をご確認の上ご使用をお願いします。

①水、油、薬液、有機溶剤等の液体中でのご使用。
②直射日光、屋外暴露、塵埃中でのご使用。
③潮風、CL_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_x等の腐食性ガスの多い場所でのご使用。
④静電気や電磁波の強い環境でのご使用。
⑤発熱部品に近接して取り付ける場合および当製品に近接してビニール配線等可燃物を配置してご使用の場合。
⑥当製品を樹脂等で封止してご使用の場合。
⑦はんだ付け後のフラックス洗浄で、溶剤、水、および水溶性洗浄剤をご使用の場合。（特に、水溶性フラックスにはご注意ください。）

８．２　お願い事項

①本テクニカルガイドは、当社で生産・販売している固定抵抗器の内、表面実装固定抵抗器について、正しくお使いいただけるようにその技術的内容をまとめたものです。ご使用に際しては、納入仕様書をお求めいただくとともに貴社製品に実装された状態で必ずご評価、ご確認の実施をお願いします。
②交通輸送機器（列車、自動車、交通信号機器等）、医療機器、航空・宇宙機器、電熱用品、燃焼およびガス機器、回転機器、防災･防犯機器等の機器において、当製品の不具合で人命その他の重大な損害発生が予測される場合は、下記のご検討等でフェールセーフ設計の配慮を十分行い、安全性の確保をお願い致します。
　＊保護回路、保護装置を設けてシステムとしての安全を図る。
　＊冗長回路等を設けて単一故障では不安全とならないようにシステムとして安全をはかる。
③本製品の安全性について疑義が生じた時は、速やかに当社へご通知いただくと共に、貴社にて必ず技術検討をお願いします。
④パルス等の過渡的な負荷（短時間で大きな負荷）が加わる場合は、貴社製品にて実装された状態にて必ず評価確認を実施してください。また、特殊な条件下でのご使用につきましては事前にご相談願います。
⑤ハロゲン系（塩素系、臭素系等）の活性度の高いフラックスを使用する場合、フラックスの残さによる性能・信頼性への影響が考えられるため、事前にご確認の上ご使用願います。
⑥はんだコテを使用する場合は、コテ先を表面実装固定抵抗器本体に当てないで、はんだ付けをお願いします。
　また、コテ先温度が高い条件で作業する場合は、できるだけ短時間（３５０℃、３秒以下）でお願いします。
⑦抵抗体に衝撃を与えたり、硬質の物（ペンチ、ピンセット等）で挟んだりした場合、保護コート膜および抵抗器本体が欠け、性能等に影響を及ぼす恐れがあるため注意願います。
⑧長時間の溶剤への浸漬は避けてください。尚、使用に際しては十分確認の上ご使用願います。

８．３　保管時の方法

次の環境及び条件で保管されますと、性能劣化やはんだ付け性等の性能に影響を受ける恐れがありますので、保管は避けるようお願いします。

①潮風、CL_2、H_2S、NH_3、SO_2、NO_x等の腐食性ガスの多い場所での保管。

②直射日光の当たる場所での保管。

③温度（５～３５℃）、湿度（４５～８５％）以外での保管。

④貴社到着日より１年以上経過した保管(前記①～③の保管方法を遵守された場合)

9. 使用技術

９．１　回路設計

表面実装抵抗器を使用される場合、次の性能について特にご留意頂き、回路設計を行ってください。(主として厚膜チップ固定抵抗器に関して記載します。)

９．１．１　抵抗器のノイズ

一般的に、抵抗器のノイズは下記の式で表されます。

抵抗器のノイズ＝熱雑音＋１／ｆ雑音

ここで、熱雑音とはキャリアと格子との衝突による速度分布の揺らぎによる雑音であり、１／ｆ雑音とは、電流を制御している因子が何等かの原因で揺らぎ、その結果キャリアの密度および電流が変調されて生じる雑音で、周波数の逆数に比例すると言われています。

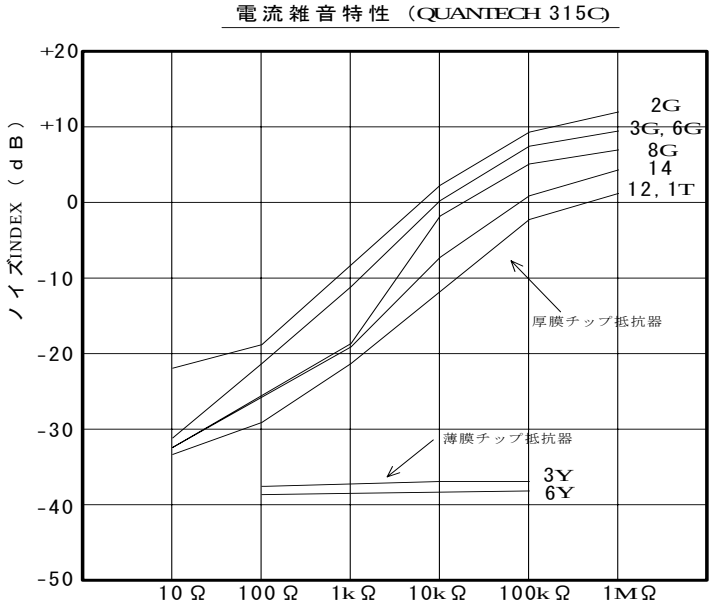
厚膜チップ抵抗器の場合には､接触抵抗で抵抗値を形成しているため、　１／ｆ雑音が主雑音源となり、そのレベルは以下の式で表されます。

$$\text{Noise Index(dB)} = A - 10\,\text{Log}(W \cdot l \cdot t)$$

A:抵抗材料，製造条件などによって決まる抵抗材料による値

W･l･t:抵抗体のW寸法，Ｌ寸法，ｔ寸法

第１４図にチップ抵抗器の形状別の平均ノイズレベルを示します。



厚膜チップ抵抗器

2G:1005

3G:1608

6G:2012

8G:3216

14:3225

12:4532

1T:6432

薄膜チップ抵抗器

3Y:1608

6Y:2012

図１４　チップ抵抗器の平均ノイズレベル

図１４より、形状が小さくなるほど、ノイズレベルは大きくなる傾向にあります。従って、ノイズ特性を重要視する回路においては、形状の大きいチップ抵抗器あるいは薄膜チップ抵抗器のご使用を推奨いたします。

９．１．２　チップ抵抗器の過負荷特性

チップ抵抗器の過負荷現象には次の３つの場合が有ります。

- 過負荷寿命特性　　：定格電力を越える電力が長時間印加される。
- 静電気（ＥＳＤ）特性：非常に高い電圧が瞬間的に印加される。
- パルス特性　　：定格電圧の数倍の電圧が短時間印加される。

①　過負荷寿命特性

厚膜チップ抵抗器の過負荷寿命特性の抵抗値変化モデルを図１５に示します。

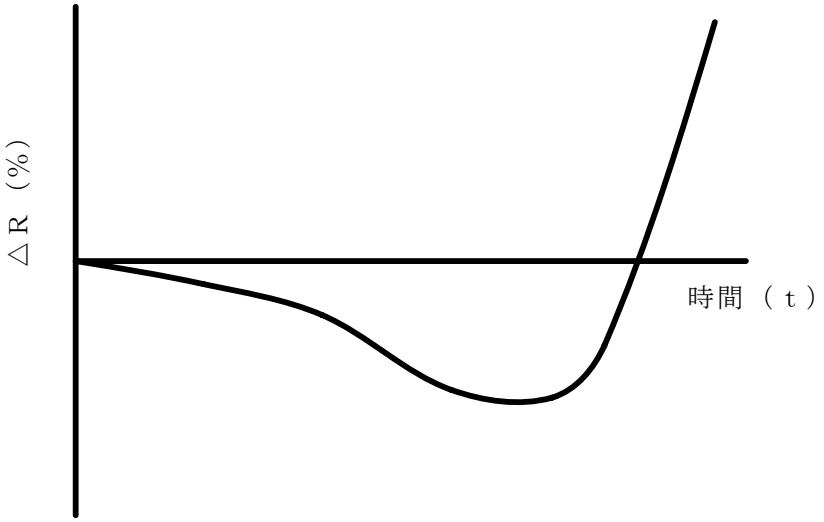


図１５　厚膜チップ抵抗器の過負荷寿命特性の抵抗値変化モデル

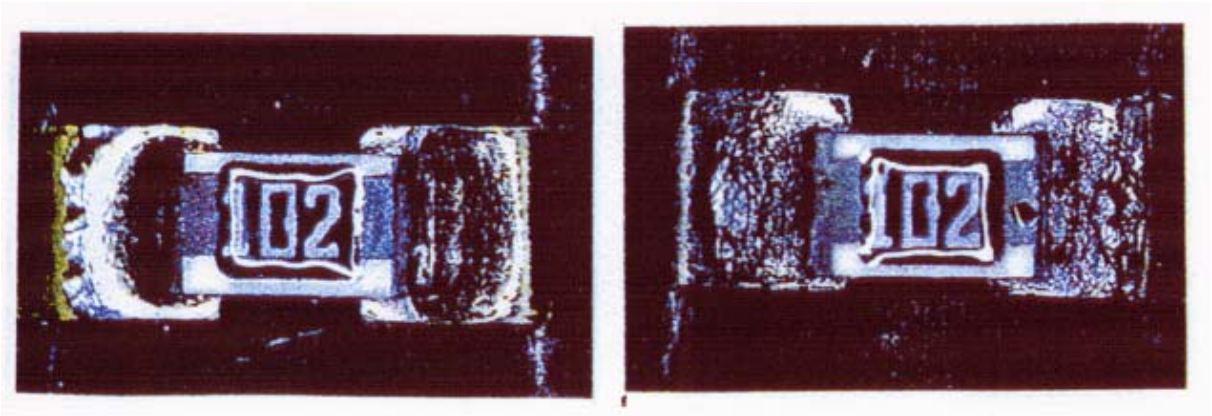
図１５に示すように、過負荷の状態で長時間印加されると、抵抗体中における絶縁抵抗の減少する箇所が発生し抵抗値は減少し続けます。しかし更に印加が継続されると、電流はその箇所に集中し始め、絶縁抵抗の減少が加速されるとともに、その電流によるジュール熱により抵抗体の破壊が発生し、抵抗値は上昇し始め、最終的には断線に至ります。

当社の厚膜チップ抵抗器では、表２に示すように、従来の定格電力を更にワンランクアップさせた電力保証を行っています。

表２　厚膜チップ抵抗器の電力アップ保証

形状	サイズ	定格電力
ＥＲＪ３Ｇ	１６０８	１／１６Ｗ→１／１０Ｗ
ＥＲＪ６Ｇ	２０１２	１／１０Ｗ→１／８Ｗ
ＥＲＪ８Ｇ	３２１６	１／８Ｗ→１／４Ｗ

但し、過負荷の状態で長時間電力が印加されると、抵抗値変化がない場合においても、周囲温度によっては、負荷による発熱ではんだ付け部の温度が高温となる場合も有りますので、十分な信頼性確認が必要です。（図１６参照）



０．４Ｗ　４０℃　　０．４Ｗ　７０℃

図１６　長時間過負荷状態でのはんだ付け部の信頼性劣化（２０１２サイズ）

②　静電気特性（ＥＳＤ特性）

図１７に厚膜チップ抵抗器における、抵抗体のＬ寸法とW寸法の長さとＥＳＤ電圧が印加された場合の抵抗値変化率との相関を示します。

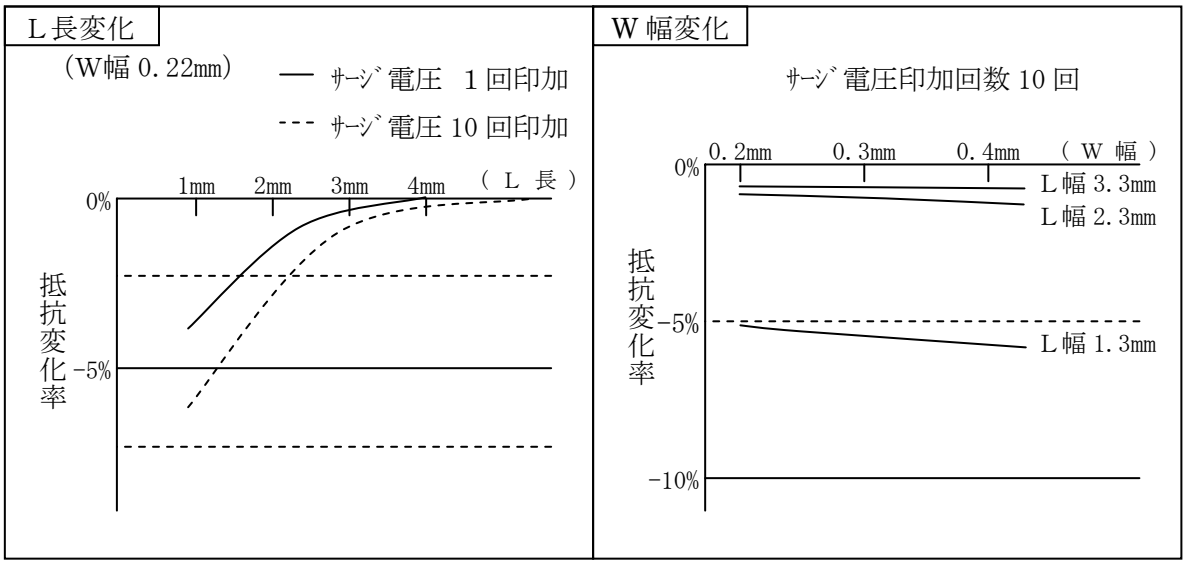


図１７　厚膜チップ抵抗器の抵抗体Ｌ寸，Ｗ寸とＥＳＤ特性相関

図１７より、ＥＳＤ特性は電極間隔（抵抗体Ｌ長）に大きく影響されます。従って、形状が小さくなるに伴いＥＳＤ特性よる抵抗値変化は大きくなる傾向にあります。

また、ＥＳＤ特性は抵抗材料の導電メカニズムの影響を受け、抵抗値が約１００Ω～約１００ｋΩの範囲で、影響を受けやすく、その範囲より抵抗値が低い領域や高い領域ではＥＳＤの影響を受けにくくなります。

参考として、図１８にＥＲＪ３Ｇタイプ（１６０８サイズ）におけるＥＳＤ特性を示します。

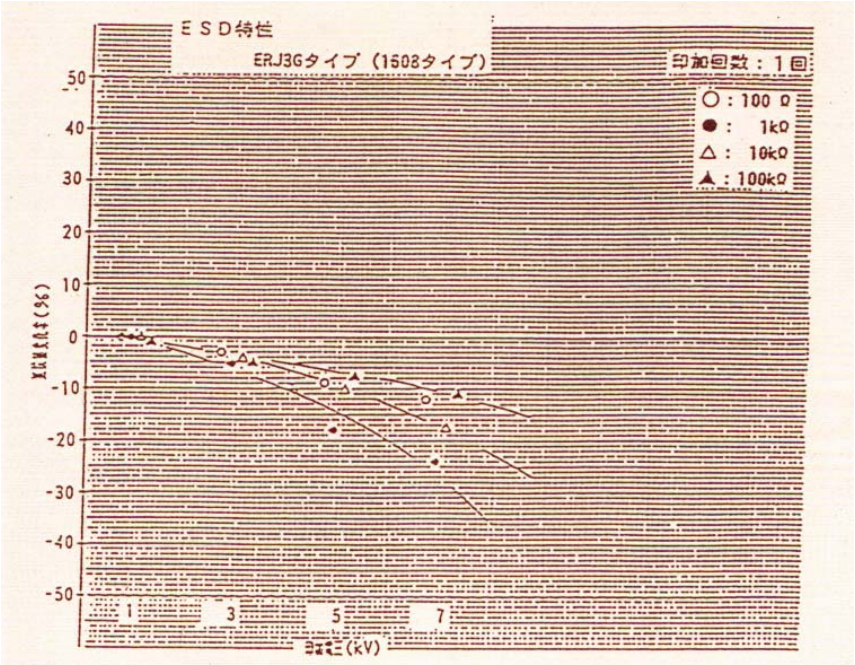


図１８　ＥＳＤ特性（ＥＲＪ３Ｇタイプ）

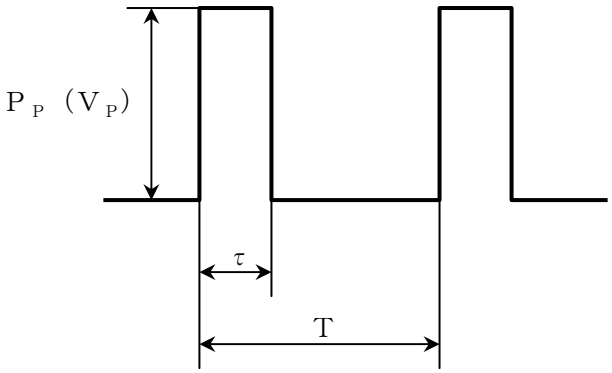
パルス電圧（参考値）

各種抵抗器でのパルス電圧対応

基本的には、平均電力として定格電力以下であっても、瞬間的に定格電圧をオーバーすることは避けて下さい。

ただし、**角形チップ固定抵抗器（ＥＲＪ）**のパルス限界値（参考値）は、下記計算式により求めることができます。

パルス限界電力P_P，電圧V_P，電流I_Pは次式より算出して下さい。



P_P	：パルス限界電力	(W)
V_P	：パルス限界電圧	(V)
I_P	：パルス限界電流	(A)
τ	：パルス持続時間	(s)
T	：パルス周期	(s)
P	：電力係数	(W)
V_R	：定格電圧	(V)
R	：公称抵抗値	(Ω)
V_{Pmax}	：パルス限界電圧上限	(V)

$$P_P = K \cdot P \cdot T / \tau$$

$$V_P = \sqrt{K \cdot P \cdot R \cdot T / \tau}$$

$$I_P = \sqrt{K \cdot P \cdot 1 / R \cdot T / \tau}$$

定数K，Ｐ及びV_{Pmax}は下表による。

（注）
- Ｔ＞１ｓの場合は、Ｔ＝１ｓとして算出する。
- Ｔ／τ＞１００の場合は、Ｔ／τ＝１００とする。
- P_P＜Ｐの場合は、ＰをもってP_Pとする。
  （V_P＜V_Rの場合は、V_RをもってV_Pとする。）
- 印加する電圧は、いかなる場合でもV_{Pmax}以下とする。
- P_P及びV_Pは、パルス時間 1,000 時間，室温状態で抵抗値変化が±５％以内となる参考値です。
（保証値ではありません）

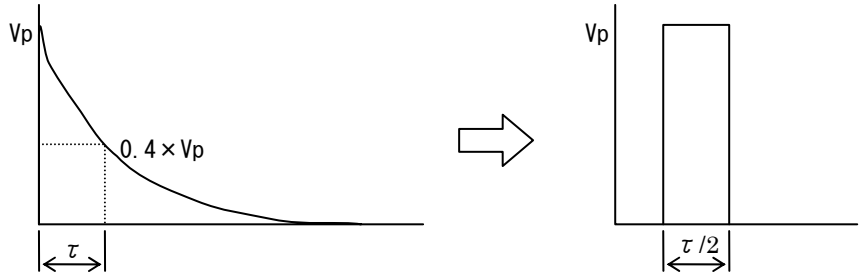
角形チップ固定抵抗器の種類	電力係数	定数　K					パルス限界電圧上限 V_{Pmax}（V）
		～10Ω	10Ω～	100Ω～	1kΩ～	10kΩ～	
ERJ2G	0.1	0.11	0.11	0.11	——	——	100
ERJ3G	0.1	0.18	0.18	0.18	0.15	0.12	100
ERJ6G	0.125	0.36	0.36	0.24	0.20	0.16	200
ERJ8G	0.25	0.22	0.22	0.15	0.12	0.10	400
ERJ14Y	0.5	0.22	0.22	0.15	0.12	0.10	400
ERJ12Y/12ZY	0.75	0.20	0.20	0.20	0.16	0.13	400
ERJ1WY/1TY	1	0.45	0.45	0.30	0.25	0.20	500

パルス電圧における特殊波形の近似方法

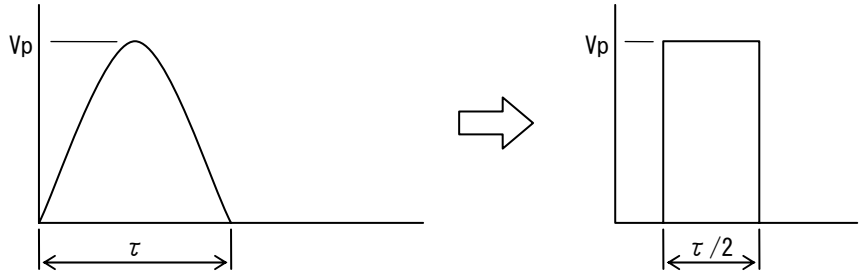
品種の限定　この近似方法は、ＥＲＪについてのみ適用します。

近似方法　下記に示しております矩形波に近似してパルス限界のＰｐ，Ｖｐ，Ｉｐを求めて下さい。

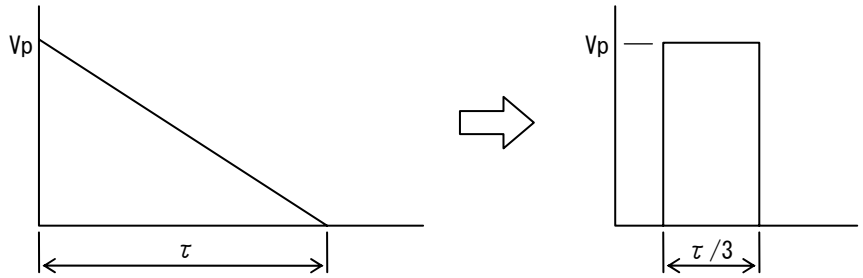
・コンデンサ放電波形の場合



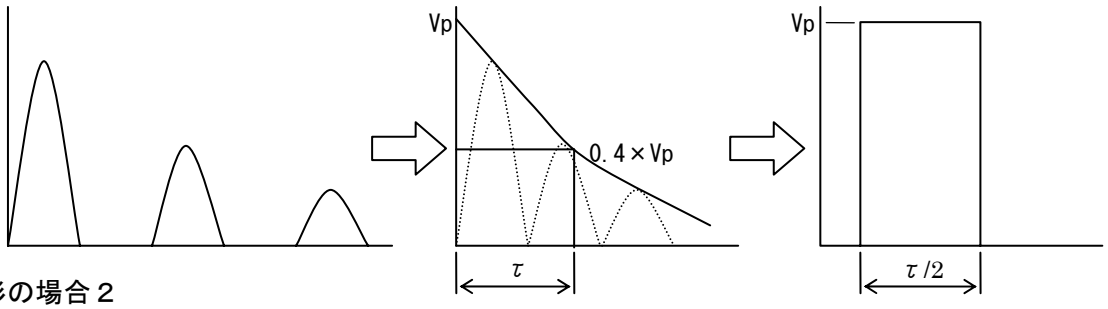
・正弦波の場合



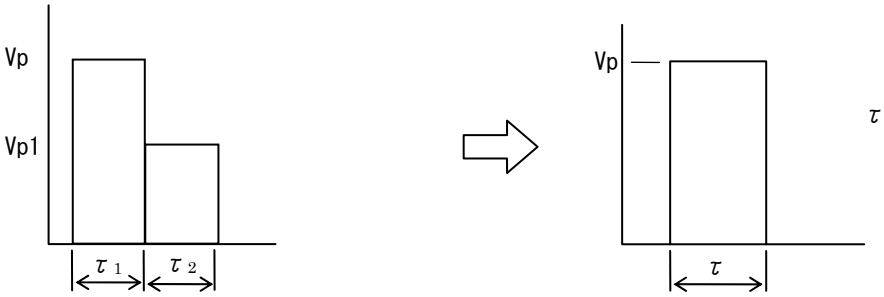
・三角波の場合



・特殊波形の場合１



・特殊波形の場合２



$$\tau = \tau_1 + (Vp1/Vp)^2 \cdot \tau_2$$

また参考として、ＥＲＪ３Ｇ（１６０８）タイプおよびＥＲＪ６Ｇ（２０１２）タイプにおける、パルス限界データを図１９,図２０に示します。

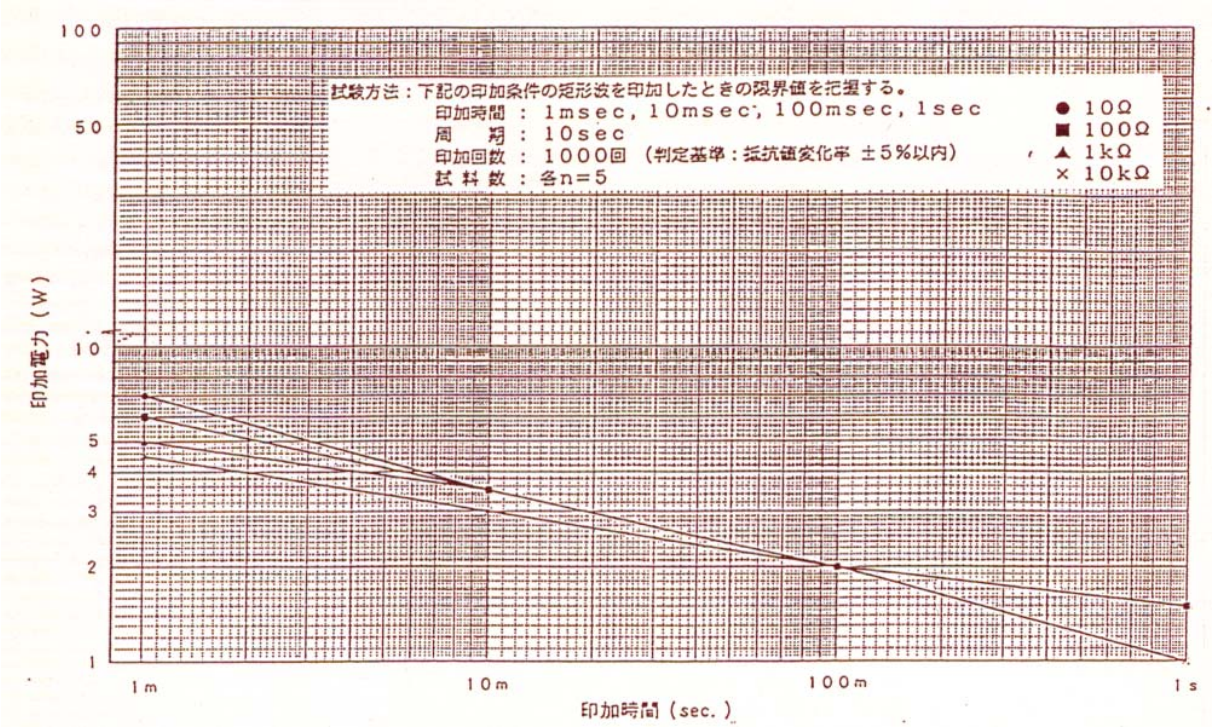


図１９　ＥＲＪ３Ｇ（１６０８）タイプパルス限界データ

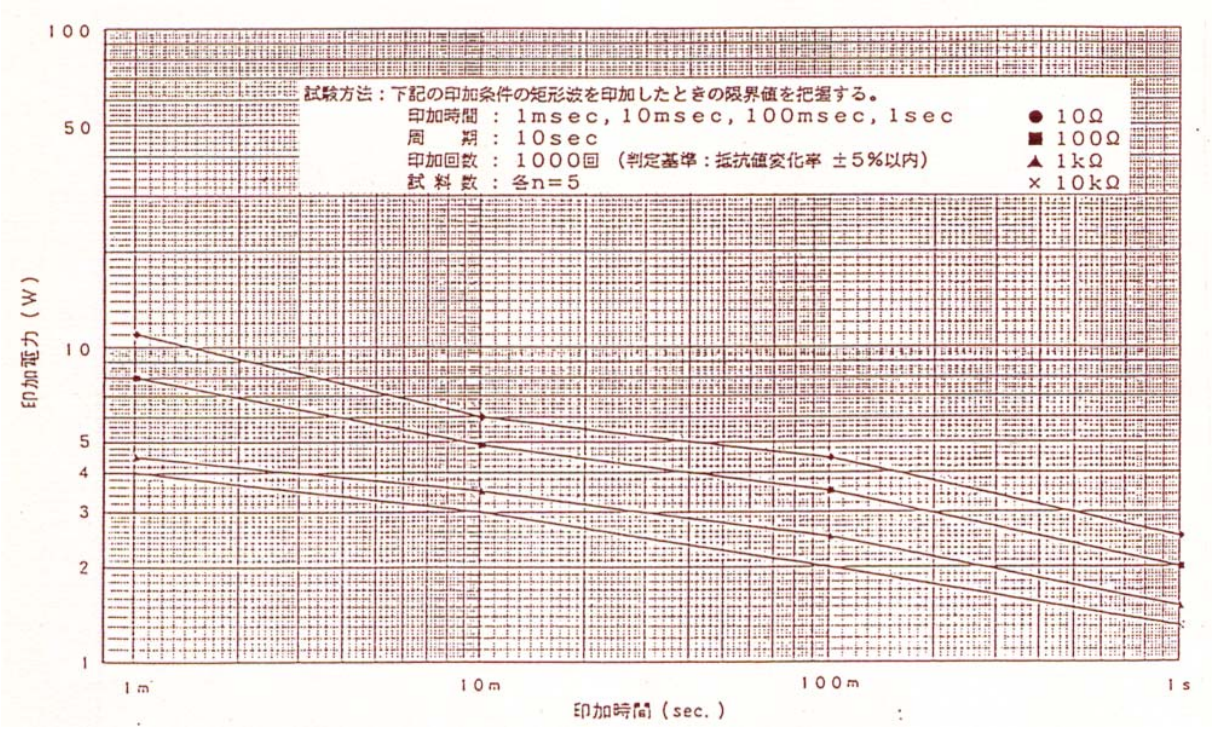


図２０　ＥＲＪ６Ｇ（２０１２）タイプパルス限界データ

図１９および図２０は保証データではありませんので、パルス負荷が印加される回路でのご使用に当たっては、実機での信頼性確認を十分に行って下さい。

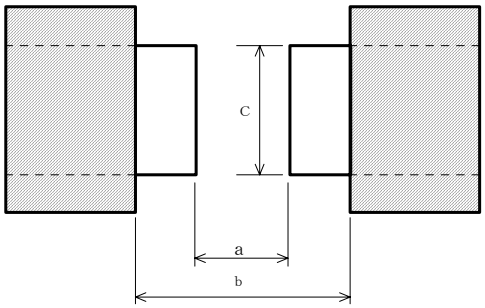
９．２　　プリント基板設計

表面実装抵抗器を使用される場合、次の点についてご留意頂き、プリント基板設計を行ってください。

９．２．１　推奨ランドパターン

９．２．１．１　チップ抵抗器の場合

図２１に各形状毎におけるチップ抵抗器の推奨ランドパターンを示します。

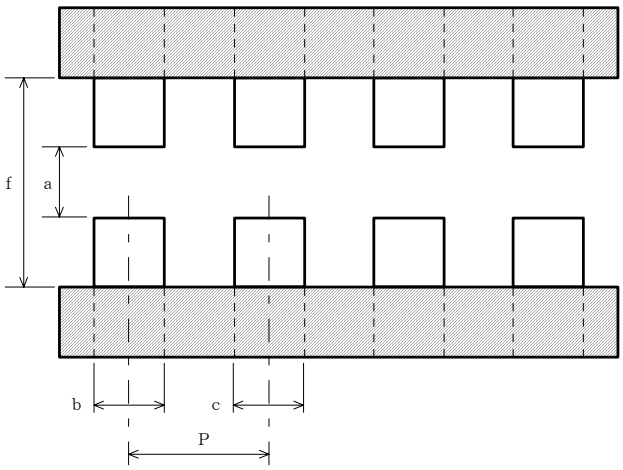


品　　番	寸　　法（mm）		
	a	b	c
ERJXG	０．15～０．20	０．５～０．７	０．２０～０．２５
ERJ1G	０．３～０．４	０．８～０．９	０．２５～０．３５
ERJ2G	０．５～０．６	１．４～１．６	０．４～０．６
ERJ3G	０．７～０．９	２．０～２．２	０．８～１．０
ERJ6G	１．０～１．４	３．２～３．８	０．９～１．４
ERJ8G	２．０～２．４	４．４～５．０	１．２～１．８
ERJ14	２．０～２．４	４．４～５．０	１．８～２．８
ERJ12	３．３～３．７	５．７～６．５	２．３～３．５
ERJ12Z	３．６～４．０	６．２～７．０	１．８～２．８
ERJ1Ｔ	５．０～５．４	７．６～８．６	２．３～３．５
ERJL1W	３．６～４．０	７．６～８．６	２．３～３．５

図２１　チップ抵抗器の推奨ランドパターン

９．２．１．２　多連チップ抵抗器の場合

図２２に各形状毎における多連チップ抵抗器の推奨ランドパターンを示します。



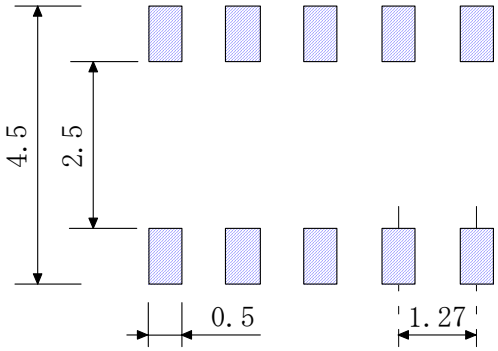
品　番	寸　　法（mm）				
	a	b	c	p	f
14V	0.3	0.3	0.3	0.5	0.8～0.9
18V	0.2～0.3	0.15～0.20	0.15～0.20	0.4	0.8～0.9
24V	0.500	0.35～0.40	0.3	0.65	1.4～1.5
28V	0.4	0.525	0.25	0.5	1.4
N8V	0.45～0.50	0.35～0.38	0.25	0.5	1.4～2.0
V4V,V8V	0.7～0.9	0.4～0.45	0.4～0.45	0.8	2.0～2.4
34V,38V	0.7～0.9	0.4～0.5	0.4～0.5	0.8	2.2～2.6
S8V	1.0～1.2	0.5～0.75	0.5～0.75	1.27	3.2～3.8
2ＨＶ	1.0	0.425	0.25	0.5	2.00

図２２　多連チップ抵抗器の推奨ランドパターン

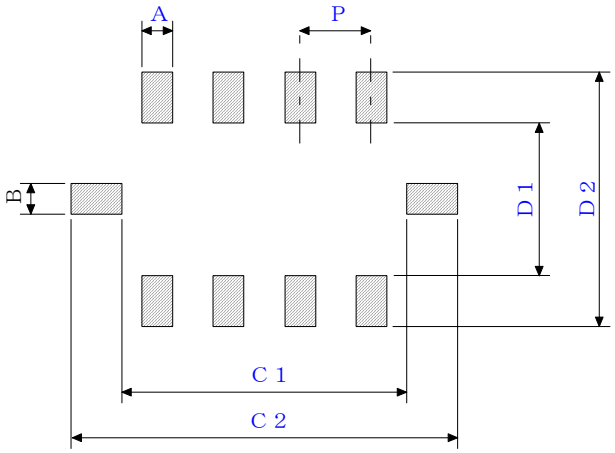
９．２．１．３　チップ抵抗ネットワークの場合

図２３に各形状毎におけるチップ抵抗ネットワークの推奨ランドパターンを示します。

EXB A タイプ



EXB　E/D タイプ



品番	A	B	C1	C2	D1	D2	P
EXBE	0.4	0.5	3.1	5.1	1.5	3.5	0.8
EXBD	0.3	0.4	2.65	4.15	0.9	2.6	0.635

図２３　チップ抵抗ネットワークの推奨ランドパターン

９．２．２　部品配置

プリント基板ブレイク部の近傍に表面実装抵抗器を配置する場合には、プリント基板をブレイクする際の反りやたわみに対してのストレスにより、不合を引き起こす場合があるため、表面実装抵抗器の配置の仕方には十分配慮必要です。

図２４に基板ブレイク部の近傍に表面実装抵抗器を配置する場合の配置方法を示します。

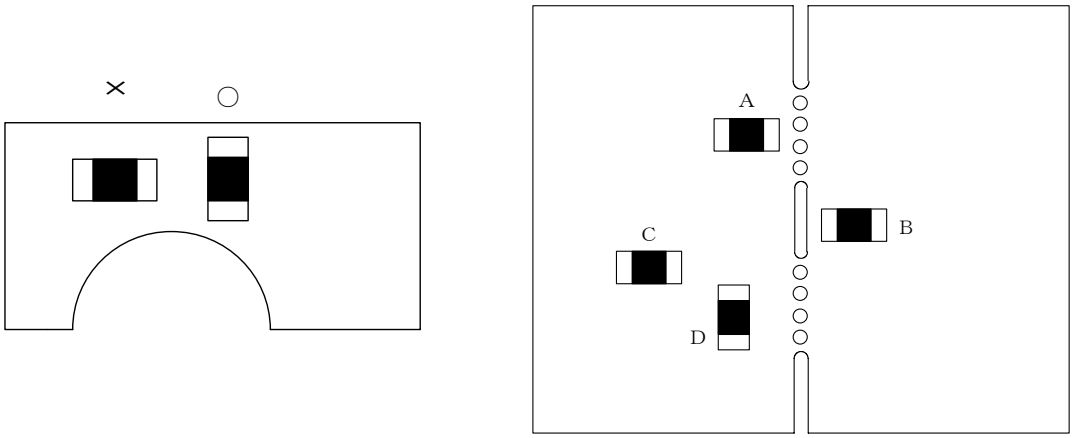


図２４　歪みやすい場所への取り付け時の注意

図２４において、基板ブレイク時のストレスで表面実装抵抗器が破壊する確立は下記に示すようになります。

A　＞　C　＞　B　≒　D

従って、プリント基板のブレイクラインに対して出きる限り平行に配置するか、ブレイクラインから出きる限り遠ざけるように配置して下さい。

９．３　使用環境

表面実装抵抗器を使用される場合の環境に対して、特に下記の環境下においては十分に配慮してご使用ください。

９．３．１　チップ抵抗器の耐ガス性（硫化雰囲気）

内部電極として銀系の材料を使用している厚膜チップ抵抗器の場合、硫化ガス等の雰囲気で、保護膜とメッキの隙間（実装時の熱ストレスにより発生する場合があります。）から硫化ガスが侵入し、以下の化学式に示すような反応が進むことにより、銀系内部電極が断線を起こす場合が希にあります。

$Ag \rightarrow Ag^{+} + e^{-}$

$S + 2e^{-} \rightarrow S^{2-}$

$2Ag^{+} + S^{2-} \rightarrow Ag_2S$

この場合の反応速度は硫化ガス濃度,温度の他に、湿度に大きく影響を受けます。

特に硫化雰囲気の要因となるものとしては、硫黄を加硫剤として使用しているゴム、硫塩化系および硫黄系オイル等が高温多湿雰囲気で使用される場合が有ります。

図２５に銀系の内部電極が硫化による影響を受けた時の外観および断面写真を示します。

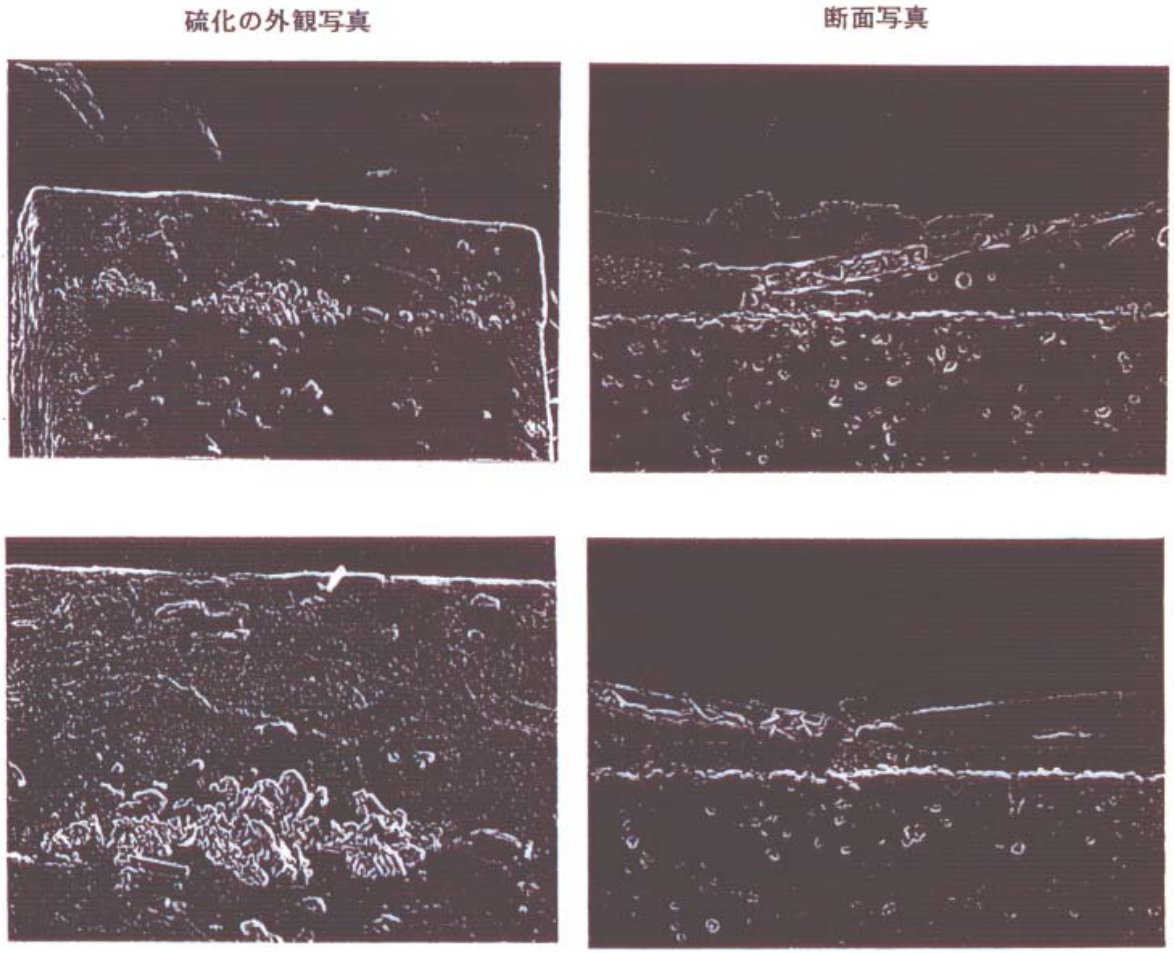


図２５　チップ抵抗器における硫化の影響

９．３．２　チップ抵抗器の樹脂モールド

表面実装抵抗器を樹脂モールドして使用する場合には、モールド樹脂が硬化する際の応力で、表面実装抵抗器の保護膜が剥離したり、はんだ接合部でのクラックが発生したり、モールドする樹脂に含有している成分の影響で抵抗値変化や、断線を発生させる場合も有りますので、十分に信頼性評価を行って下さい。

図２６に樹脂モールド時の応力により、はんだ接合部にクラックが発生した事例を示します。

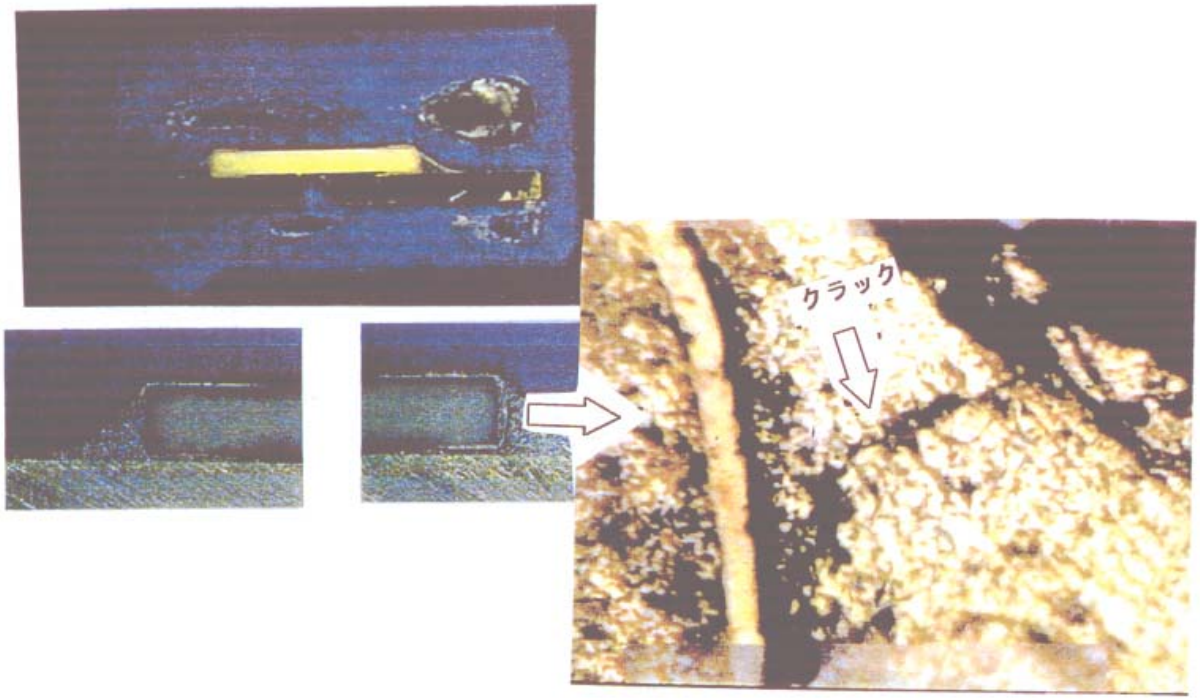


図２６　チップ抵抗器の樹脂モールドによる断線

９．４　　実装品質

表面実装抵抗器をプリント基板に実装する方法および実装後の洗浄方法に対しては下記の内容に配慮してご使用ください。

９．４．１　はんだ付け方法

図２７に示すように、複数の部品を一つの共通ランドパターンに実装する場合には、上面電極の剥離や実装時のマンハッタン現象が発生する可能性が有るため、ソルダーレジストによりランドパターンを分離し、必要以上のはんだ量が付着しないようにご注意下さい。

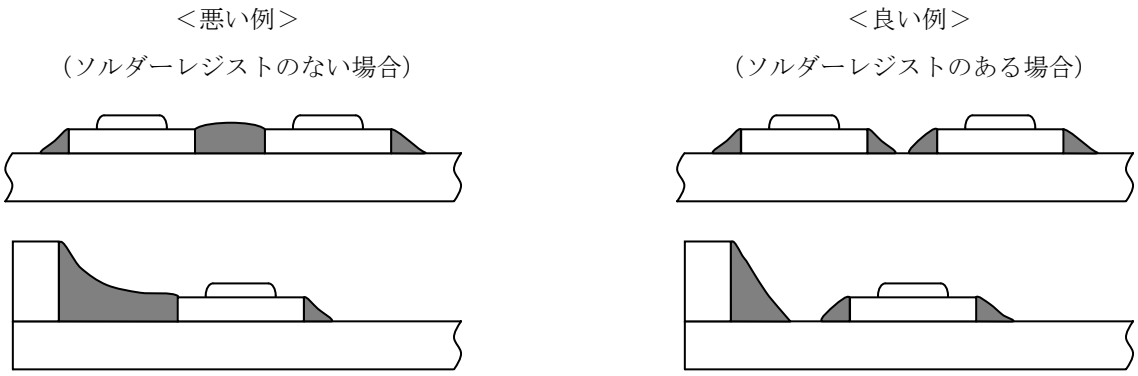


図２７　共通ランドパターンでの実装方法

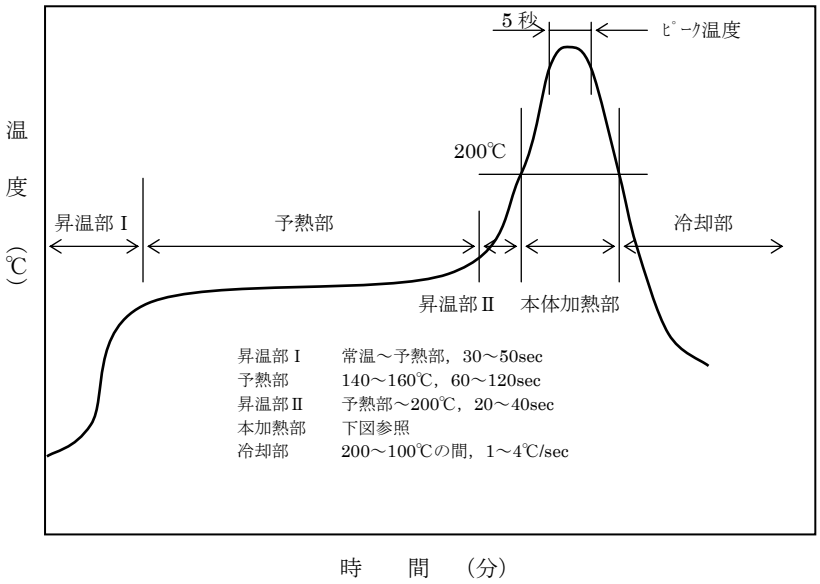
また、狭ピッチで表面実装部品を実装する場合には、はんだボールの発生を抑えるために、微細な真球状のはんだを使用したはんだクリームを推奨いたします。

狭ピッチでのチップ抵抗器の実装や、多連チップ抵抗器およびチップ抵抗ネットワーク等の実装においては、フローはんだ付けでは電極間のはんだブリッジが発生する可能性が有りますので、リフローはんだ付けのご使用を推奨いたします。

尚、表面実装抵抗器のリペアに関しては、はんだこてによる電極部への衝撃や、はんだこての温度や時間に注意が必要です。また、ピンセットなどで面実装抵抗器を挟み込む場合には、保護コートへの衝撃およびはんだ付けされている側の電極への衝撃を与えない配慮が必要です。

９．４．２　はんだ耐熱性限界

表面実装抵抗器のはんだ耐熱性の限界を図２８に示します。



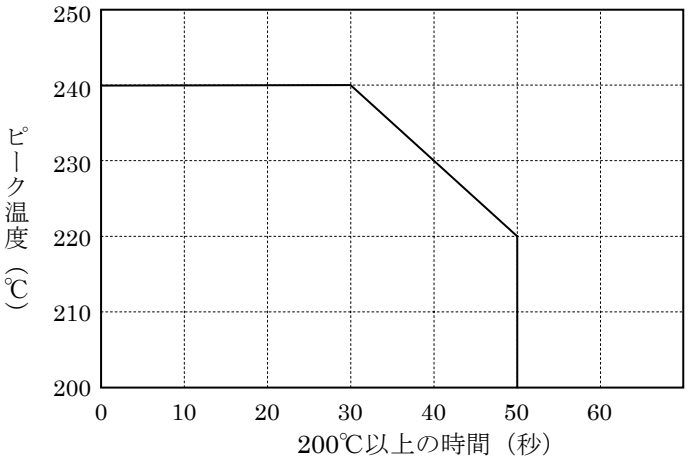


図２８　表面実装抵抗器のはんだ耐熱性限界

図２８の範囲内でのはんだ付けプロフィールの設定をお願いいたします。

９．４．３　洗浄方法

実装基板の洗浄には従来、フロン洗浄剤が広く用いられてきたが、オゾン層破壊問題のため使用が困難となってきています。従って、一般市場ではこの機会にフラックス材料や信頼性評価基準の見直しにより無洗浄に変更するケースが多くなっていますが、一部代替フロン洗浄剤に変更するケースもみられます。

表３に主なフロン代替洗浄剤とその特長をしめします。

表３　主なフロン代替洗浄剤とその特徴

（○：優れている　△：やや問題あり　×：問題あり）

区分				主な洗浄剤（及びメーカ）	洗浄力 イオン性残渣	洗浄力 非〃	洗浄力 局所（スキ間）	信頼性 部品ダメージ	信頼性 洗浄残渣	フラックスの新規性	安全性 引火性	安全性 有毒性	オゾン破壊
水系	水（純　水）			――――（ﾌﾗｯｸｽは水溶性を使用）	○	△	△	○	○	×	○	○	○
水系	水溶性洗浄剤（ｸﾞﾘｺｰﾙｴｰﾃﾙ系）	界面活性剤系		洗浄剤　A 洗浄剤　B 洗浄剤　C 洗浄剤　D 洗浄剤　E	○	○	△	△	△	○（～△）	○（～△）	○（～△）	○
水系	水溶性洗浄剤（ｸﾞﾘｺｰﾙｴｰﾃﾙ系）	アルカリケン化系		洗浄剤　F	○	○	△	△	△	○	○	○	○
溶剤系	準水系（水すすぎ）	炭化水素系	天然系	洗浄剤　G	○	○	○	△	△	○	△	○	○
溶剤系	準水系（水すすぎ）	炭化水素系	石油系	洗浄剤　H 洗浄剤　I	△	○	○	△	△	○	△	△	○
溶剤系	非準水系	炭化水素系（石油系）		洗浄剤　J 洗浄剤　K 洗浄剤　L	△	○	○	△	○	○	△	△	○
溶剤系	非準水系	アルコール系		ＩＰＡ エタノール	△	○	△	○	○	△	△	○	○
溶剤系	非準水系	シリコン系		洗浄剤　M	△	○	△	△	△	○	△	△	○
溶剤系	非準水系	ＨＣＦＣ		洗浄剤　N 洗浄剤　O	△	○	○	○	○	△	○	× △	△ ×
参考	フロン（ＣＦＣ－１１３）			洗浄剤　P 洗浄剤　Q	△	○	○	○	○	○	○	△	×

表４に耐洗浄性評価方法および条件を、表５に主な固定抵抗器とフロン代替洗浄剤との耐洗浄性を示します。表５より、角チップ固定抵抗器の洗浄性に関しては比較的良好となっています。しかしながら、表４はあくまでも参考資料であり、実際の御使用に当たっては実機にて十分に信頼性確認をお願いいたします。

表４　耐洗浄性評価方法・条件

洗　浄（基板取付状態）	
純　水	・超音波洗浄 → 乾　燥 （常温･5分）　（110℃･30分）
Ｉ　Ｐ　Ａ	・超音波洗浄 → 乾　燥 （常温･5分）　（110℃･30分）
洗浄剤　A 洗浄剤　B 洗浄剤　E	・超音波洗浄 → す　す　ぎ → 乾　燥 （６０℃･5分）（常温･流水２分･純水１分）（110℃･30分）
洗浄剤　J	・超音波洗浄 → す　す　ぎ → 乾　燥 （６０℃･5分）（IPA･1分）（110℃･30分）
洗浄剤　G	・超音波洗浄 → す　す　ぎ → 乾　燥 （常温･5分）（常温･市水２分･純水１分）（110℃･30分）
洗浄剤　M	・超音波洗浄 → す　す　ぎ → 乾　燥 FRW-17（40℃･5分）　FRW-1（常温･2分）　FRV-1（100℃･2分）

信頼性試験

→ 湿中寿命試験(1000時間)等（部品毎のカタログ試験条件が中心です。一部他項目の試験も実施）

注1) 超音波は下記条件ですが、一部の部品は浸漬のみです。(表－３の*の製品)
（ﾃｸﾉｹｱ:15w/ℓ, 28KHz
それ以外:6w/ℓ, 28～45～100KHz ｽｲﾝｸﾞ）
注2) 耐熱性の低い部品は85℃30分で乾燥しています。
注3) 使用フラックスはＲＡグレード、水溶性はノンハロゲンタイプです。
注4) 洗浄剤にはフラックスを全く入れずに行っています。(洗浄液が汚れていない状態)

表５　主な固定抵抗器とフロン代替洗浄剤との耐洗浄性

◎：性能・捺印ともＯＫ　　○：性能ＯＫ、捺印表示注意

△：性能も注意（洗浄条件の限定、すすぎ乾燥の徹底などが必要）

×：使用不可　□：従来より洗浄保証していない　－：個別対応

＊：超音波条件なしのもの

品　　名	純水	IPA	B	A	E	J	G	M
〔固定抵抗器事業部〕								
ｿﾘｯﾄﾞ抵抗	◎	◎	○	○	○	◎	◎	◎
炭素皮線抵抗	◎	◎	×	×	－	－	－	－
ｶｰﾎﾞﾝﾋｭｰｽﾞ抵抗	◎	◎	×	×	－	－	－	－
巻線抵抗（ERF）	◎	◎	◎	◎	－	－	－	－
酸金抵抗	△	△	△	△	△	△	△	△
角チップ抵抗	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
三端子ｺﾝﾃﾞﾝｻ(ﾘｰﾄﾞ付)	－	○	△	○	○	○	○	△
ﾁｯﾌﾟ形三端子ｺﾝﾃﾞﾝｻ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
温度ﾋｭｰｽﾞ	－	－	－	－	－	－	－	－

品　　名	純水	IPA	B	A	E	J	G	M
〔固定抵抗器事業部〕								
高精密金属皮膜抵抗	◎	◎	×	×	－	－	－	－
金属皮膜抵抗(ERO)	◎	◎	×	×	－	－	－	－
酸金ヒューズ抵抗	□	□	□	□	□	□	□	□
感温抵抗	◎	◎	×	×	－	－	－	－
＊巻線抵抗(ERW)	△	△	－	－	－	－	－	－
金属皮膜抵抗(ERX)	△	△	△	△	△	△	△	△
ﾈｯﾄﾜｰｸ抵抗(SIP ﾀｲﾌﾟ)	－	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
ﾈｯﾄﾜｰｸ抵抗(SWD ﾀｲﾌﾟ)	△	◎	△	△	△	△	△	△
EMI ﾌｨﾙﾀ	－	○	△	○	○	○	○	△
ﾁｯﾌﾟ EMI ﾌｨﾙﾀ	－	○	△	○	○	○	△	○
ﾁｯﾌﾟﾋﾞｰｽﾞｺｱ	－	○	○	○	○	○	○	○
C ﾈｯﾄﾜｰｸ(ﾘｰﾄﾞ付)	－	○	△	○	○	○	○	△
結露ｾﾝｻ	－	－	－	－	－	－	－	－
貫通ｺﾝﾃﾞﾝｻｱﾚｲ	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
MR 素子	－	－	－	－	－	－	－	－

参考文献

（1）「はんだ付け実装ガイドライン」
パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社はんだ付け無修正化WG
（2）「ＳMD信頼性ガイドライン」
パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社
（3）「固定抵抗器テクニカルガイド」
パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社
（4）「表面実装部品信頼性データブック」
パナソニックエレクトロニックデバイス株式会社

表面実装固定抵抗器
ＴＥＣＮＩＣＡＬ　ＧＵＩＤＥ

発行日　初版　　1999 年 11 月 1 日
発行　パナソニック株式会社
　　インダストリアルソリューションズ社
　　デバイスソリューション事業部
＊　平成 31 年 4 月社名変更

禁　無　断　転　載