

お客様各位

カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】 <http://japan.renesas.com/inquiry>

ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「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ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、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。
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
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）
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（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

定電圧ダイオード過電流破壊の 使用上の注意

1. はじめに

近年の電子部品、特に半導体の信頼性は各種の表面処理技術の開発と、その製造技術および信頼性品質管理の進歩により著しく向上して来ております。

一方、お得意先における装置の信頼性設計および管理に対する考え方も年々より厳密になって来ており、製造工程や市場で起きた事故品はほとんど調査依頼(不具合品)という形で返却されているのが現状です。

当社にとりまして、これらの不具合品情報は品質改善を行う上できわめて重要ではありますが、定電圧ダイオードの場合、調査依頼品の解析結果からは素子の品質問題とは考えられぬ事故が全体の70%を占めております。

すなわち、使用上の問題に起因する事故がきわめて多いといえるわけです。特に、装置製造工程中の事故等に対しては素子の調査結果を待っての対策では原因追究の時期を失する恐れがあり、多くの労力を費した調査結果が有効に活用されぬケースが少なくありません。

ここでは、これらの事故品調査依頼の取り扱い、事故品の故障状況と原因の推定を述べるとともに、これらの使用上の問題に起因する事故事例と対策および使用上の注意をまとめてみましたので、同種事例の事故発生の際には、今一度ご検討いただき、当社定電圧ダイオードの事故の低減にご協力お願い致します。

2. 事故品の故障モードについて

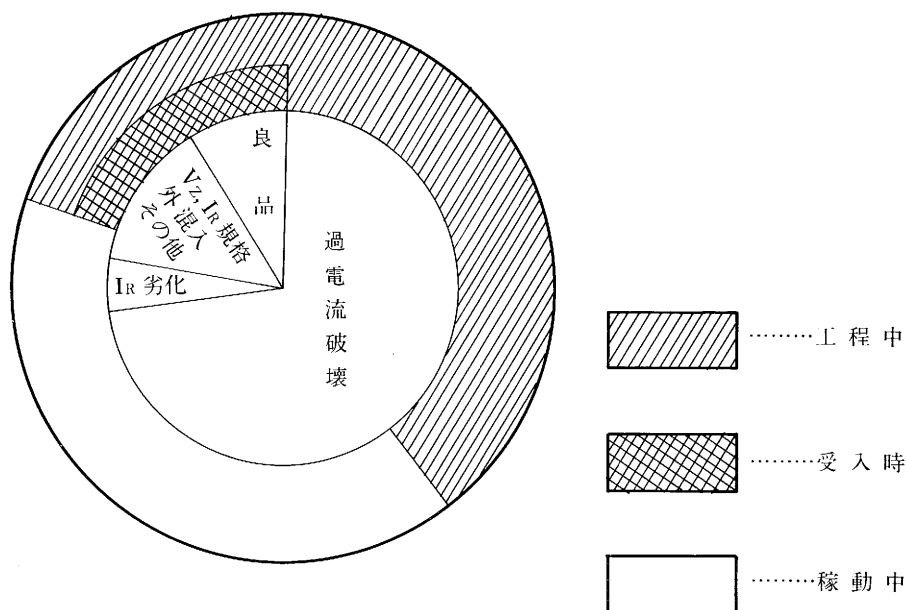


図1 フィールドデータから得られた故障モードと発生時点

定電圧ダイオードの事故品の故障内訳は、推定原因別では図1に示しますように、過電流破壊モードが、また、発生時点別ではお得意先の製造工程中が圧倒的比率を占めています。これは、定電圧ダイオードが他の半導体素子に比べて降伏領域(動作領域)における抵抗(動作抵抗)がきわめて小さいため、お得意先のユニットの組立調整段階で偶発的に生ずる負荷の短絡等により、容易に素子に過電流が流れるためです。事故返却品を内部調査してみると、シリコンチップに溶融(ホットスポット)跡が生じており、次に述べます過電流破壊モードと酷似しています。いずれにしましても、ホットスポットの発生はシリコンチップの局所的な温度上昇(約700℃以上)により生ずることから、ご返却の事故品の故障原因は過電流によるものであろうと推定されます。

過電流破壊モードの例をあげると下記のようになります。

- (1) 本体のガラス内部に、チップの電極が溶融飛散した蒸着物が黒く付着しているもの、また、同時に熱膨張によりガラスにクラックを伴っているもの。
- (2) シリコンチップに著しいホットスポットがあり、この部分よりクラックが走っているもの。このクラックは局所的な過熱によりシリコンチップに機械的な歪が加わり生ずるものと考えられます。
- (3) 本体あるいはリード線の根元部分が長期の過電力による温度上昇により黒く酸化しているもの。
- (4) また、事故品の他に周辺部品も破壊しており、調査するまでもなく、周辺部品の故障により当然過電流破壊を生じると考えられるもの。特に、故障の前に雷サージが加わったことが明確で、内部調査の結果もシリコンチップに極度のホットスポットが見られるもの。
- (5) 定電圧ダイオードを数個直列接続使用の場合に、いずれもがショート状態になっている場合等。

ところが、お得意先の回路図面を見ると、全く過電流が流れる定数はみられず、なぜこのような過電流破壊が生ずるかお得意先は半信半疑のまま静観する例が多いようです。

前記しましたように、定電圧ダイオードは降伏領域における抵抗値が小さいため、負荷抵抗の短絡により過電流が流れやすく、ほとんど自己加熱することなく一瞬に破壊し、破壊時の状況を現場で確認することが難しいのが実状です。

しかし、当社における次のような試験結果(表1,2)では、ご返却品の故障モードは再現試験による故障モードに類似しています。

また、前記の例のように明らかに過電流と判定される故障モードと総合して判断しますと、過電流による破壊であることは確実です。

表 1

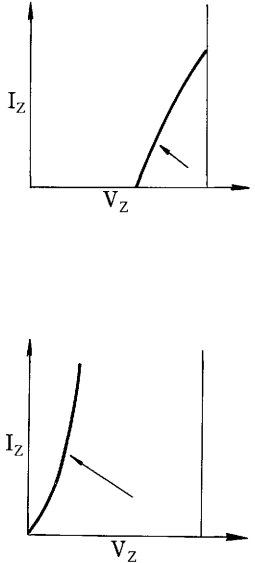
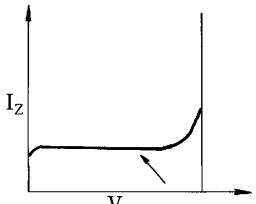
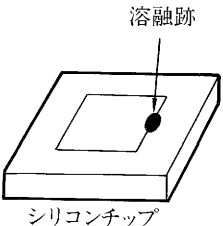
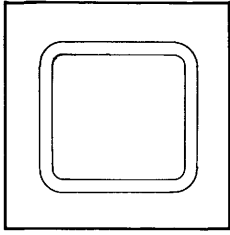
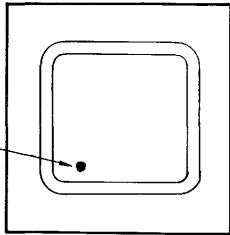
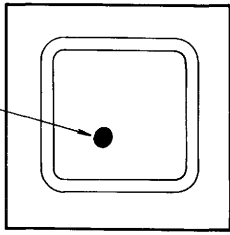
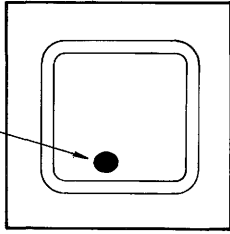
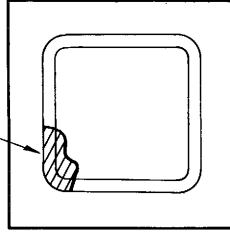
再現試験	故障モードの特徴	備考
<p>過電流破壊と静特性</p> 	<p>(1) 逆方向は数V低下し、V_Z-I_Z波形がソフトになる（立ち上がり部分の電流は数mA~数十mA）。</p> <p>(2) 順方向はV_F-I_F特性の立ち上がりがソフトになる。</p> <p>(3) パルス幅が狭い領域では広い領域に比べてV_Zの低下が大きい。</p> <p>過電流値を増加するに従いV_Zの劣化が大きくV_Zは数Vに低下する。</p> <p>過電流の印加回数が多くなるに従い、V_Zの低下が大きくなる。</p>	<p>破壊限界の過電流による故障</p> <p>破壊限界を越えた過電流による故障</p> <p>破壊限界値の過電流が繰り返し印加された故障モード</p>
<p>寿命試験不良の特性</p> 	<p>(1) V_Z-I_Z特性の立ち上がり部分がソフトになるが立ち上がり部分の電流は100 μA~1 mAのオーダーである。</p> <p>(2) 低V_R領域からI_Rが増加している。</p>	<p>最大定格における寿命試験</p>
<p>過電流破壊とチップの破壊状況</p>  <p>シリコンチップ</p>	<p>(1) チップの接合に溶融跡がみられる。</p> <p>(2) 溶融跡の発生位置および規模は過電流の時間と大きさにより多少異なる。</p> <p>(表2 参照)</p>	

表 2

印加サージパルス (※)	破 壊 箇 所	
<p>パルス幅 10 μs</p>		<p>チップ表面に溶融跡ができない場合があります</p>
<p>パルス幅 100 μs</p>		<p>曲面部に溶融跡ができます (溶融跡の大きさ：小)</p>
<p>パルス幅 1 ms</p>		<p>接合中央部に溶融跡ができます (溶融跡の大きさ：中)</p>
<p>パルス幅 10 ms</p>		<p>接合中央部に溶融跡ができます (溶融跡の大きさ：大)</p>
<p>パルス幅 100 ms</p>		<p>曲面部に溶融跡ができます (溶融跡の大きさ：大)</p>

(※) 単1パルスにてステップアップし、破壊させた時の破壊モードの例です。いきなり過大なサージを印加した場合あるいは連続パルスでの破壊モードと一致しない場合もあります。

3. 事件事例と使用上の注意

極度の破壊モードはお得意先もよく理解され、設計時あるいはお得意先の製造工程における組立、調整作業に十分配慮され改善された例が少なくありません。

一方、比較的軽度の破壊モードのものは、お得意先の十分な理解がないため対策されず、繰り返し事故が発生している例が少なくありません。

当社に調査依頼のあります事故品の内、素子の品質問題と考えられぬ事故が全体の70%であると先にふれましたが、ここで当社定電圧ダイオードについての事件事例と使用上の注意につき、以下に紹介しますのでお得意先において同様の事件事例がありましたら、素子ご返却の前に今一度ご検討いただき対策をお願い致します。

【事件事例1】 500 mW定電圧ダイオードRD24Eを使用したところ市場で2%の故障が発生した。

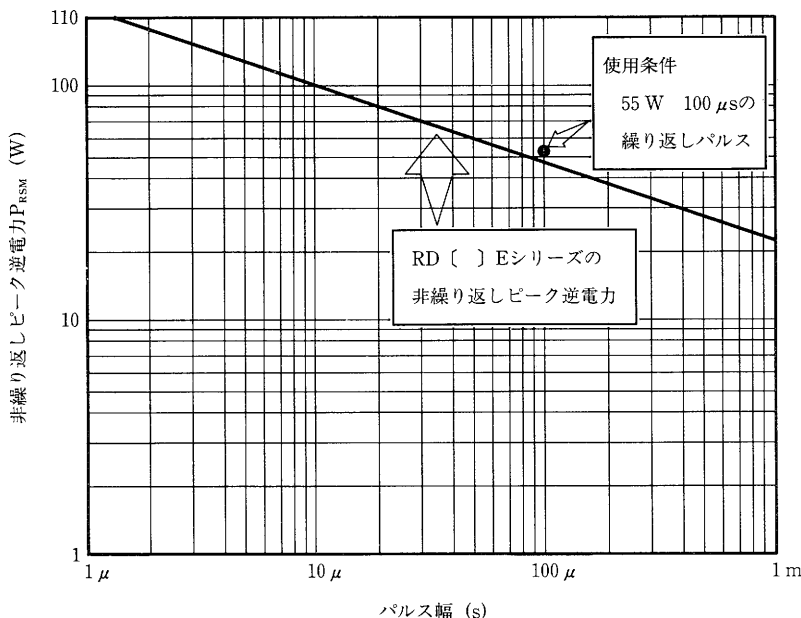


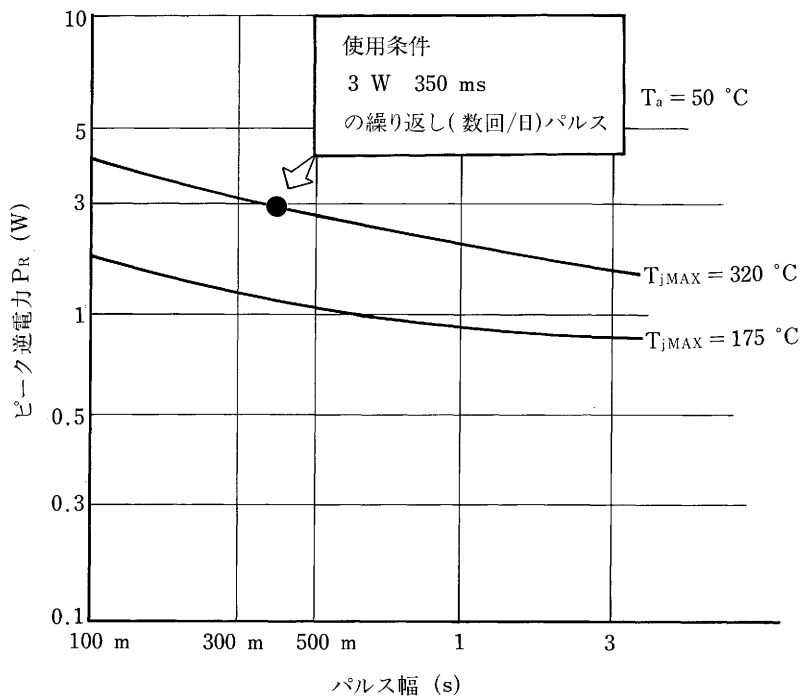
図2 P_{RSM}—パルス幅定格

原因：カタログにあるサージ逆電力定格は非繰り返し条件であることを見落していた

対策：使用条件がカタログの非繰り返しピーク逆電力P_{RSM}の1/3以下となるようRD24Fに変更した

注意：市場あるいは得意先工程において数%のショート不良が発生する場合定電圧ダイオードの実績から、まず回路上、取り扱い上に問題があると言っても過言ではありません。
ご返却の前に電流波形、繰り返し周期、使用時間をご確認ください。

【事故事例 2】 500 mW 定電圧ダイオード RD7.5E を使用のところ市場で 0.2 % のオープン不良が発生した。



原因：電源スイッチ投入時に過渡的に流れる電流を見落していた

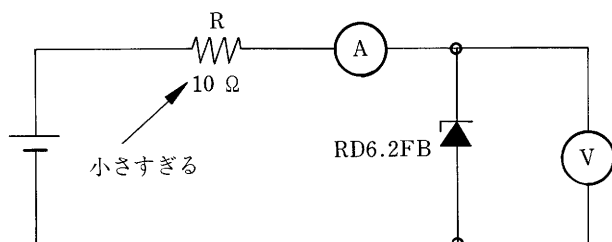
対策：使用条件が $T_{j\text{MAX}}$ (175 °C) 以下となるよう RD7.5F に変更した

注意：パルス幅が 100 ms 以上のサージでは PN 接合の破壊になる前に電極部の変形溶融が起り DHD 構造の圧接応力の低下によりオープンとなる

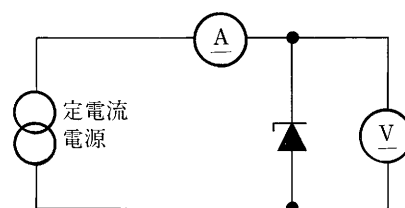
図 3 P_R -パルス幅定格

【事故事例3】 得意先が受け入れ検査の実施を始めたところ、1 W定電圧ダイオード RD6.2FB が頻繁に不合格となり、不良内容はショートであった。

原因：ツェナー電圧の試験回路の電源に定電圧電源を使用し、直列抵抗を非常に小さく選んであり、電源電圧がツェナー電圧に非常に近い値となっていた（図4）。このため電源電圧の変動（設定ズレ）および定電圧ダイオードの個々の電圧差により素子に過電流が流れていた。



(図4)



(図5)

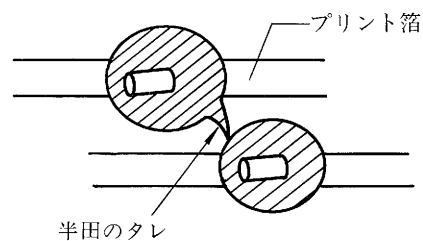
対応：定電圧電源を使用する場合には測定する素子電圧 (V_Z) の2倍以上の電圧で測定し、電源電圧は素子ごとに0 Vまで下げて測定する。また図5のような定電流電源を使用する回路が最適です。この場合、定電流電源の電圧は素子電圧の2倍位いのレンジをえらんでください。

注意：受け入れ検査時の素子の破壊が頻繁に生ずるようであれば検査機を総点検してください。（素子ご返却の際に検査機の回路図を添付してください。）

〔事件事例 4〕 得意先工程検査段階で発見される素子のショート不良

原因 1：半田のタレ

対 策：回路組立後通電前に半田付状態のチェックを行うプリント箔間隔の見直しを行う。



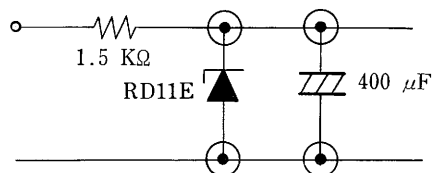
注 意：半田タレがないかその他周辺回路に異常がなかったか、修理担当者への指示は徹底していますか？

ご返却の際には現場の情報をよくご確認ください。

原因 2：ルーズコンタクト

○印部の半田付け不完全によるコンデンサの放電によりショートした。

対 策：並列コンデンサ使用回路は組立後のプリント板の半田付け状態の重点チェック箇所指定する。

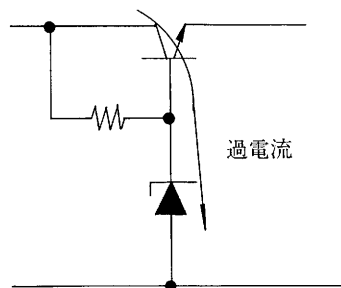


回路設計からの配慮を行う。

注 意：○印箇所の半田付けに異常がないか。周辺部品に異常がないか、特に素子自身のルーズコンタクトがあっても過電流によりショートし、故障原因が迷宮入りとなります。このような情報提供を的確にお願いします。

〔事故事例 5〕 定電圧ダイオードRD24Eがショートしたが、同時にトランジスタもショートしていた

原因：使用回路は下図の通りでトランジスタの偶発的故障が一次原因と見られますが定かではありません。



しかし、定電圧ダイオードの故障により次にトランジスタが故障することがありえない場合があります。

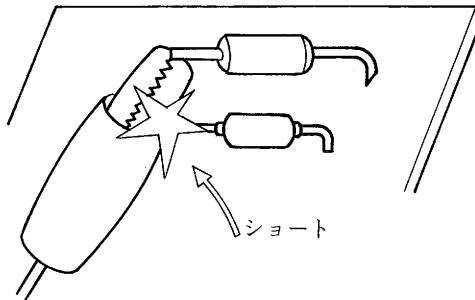
注意：このような場合、定電圧ダイオードが1次的にショートし、2次的にトランジスタの破壊に至ることがありえるのか、よくご検討の上ご返却ください。

素子の内部調査からは過電流という結果が明白です。

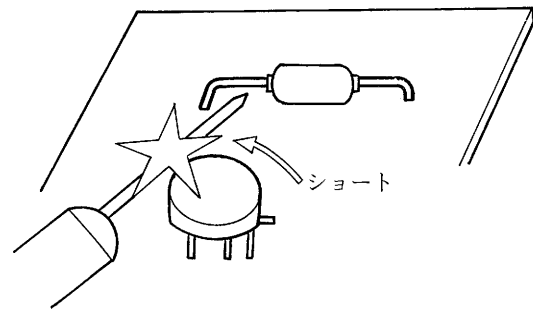
したがって、回路、破壊時の他部品の状況より総合的に判断し原因を究明する必要があります。

〔事件事例 6〕 得意先工程検査および保守点検段階で見られる素子のショート不良

原因 1：プリント板ユニットの
エージングに、みの虫
クリップを使用し、電
極に接触しショートし
た。

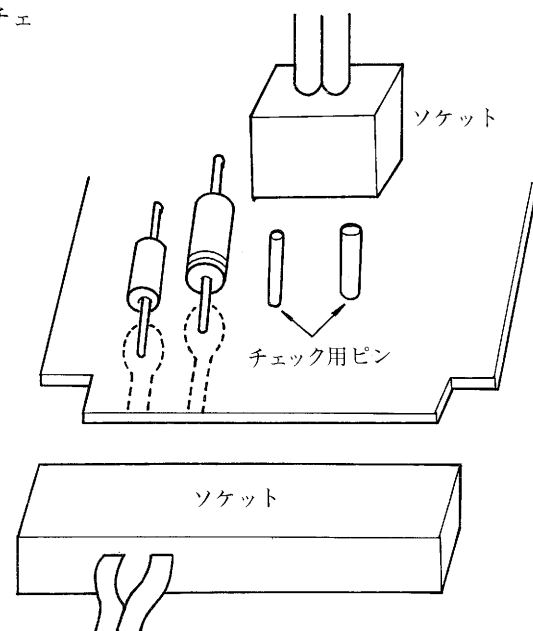


原因 2：プリント板ユニットの
検査にテスト端子を使
用し、電極に接触しシ
ョートした。特に可変
抵抗の調整をとまなう
ためテスト端子が定ま
りにくい。



対 策：プリント板の設計段階でエージングを
考慮したエージング治具あるいはチェ
ック端子(ソケット)を設ける。

注 意：同例の調整およびエージング作業
を指示されていませんか？



(× ㄇ)

参考資料

資料名	資料番号
NEC半導体デバイスの信頼性品質管理	MEM-533
NEC半導体デバイスの品質水準	IEI-620
半導体デバイス実装マニュアル	IEI-616
半導体デバイス パッケージ・マニュアル	IEI-635
半導体デバイスの品質保証ガイド	MEI-603
半導体総合セレクションガイド	MF-212
定電圧ダイオードRDシリーズ V _Z -I _Z 関連表	DEI-602
定電圧ダイオード使用上の諸注意	SEB-520

- 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所有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。

M4A 94.11

— お問い合わせは、最寄りの NEC へ —

【営業関係お問い合わせ先】

半導体第一販売事業部 半導体第二販売事業部 半導体第三販売事業部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号 (NEC本社ビル)	東京 (03)3454-1111 (大代表)
中部支社 半導体販売部	〒460 名古屋市中区栄四丁目14番5号 (松下中日ビル)	名古屋 (052)242-2755
関西支社 半導体第一販売部 半導体第二販売部 半導体第三販売部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号 (NEC関西ビル)	大阪 (06) 945-3178 大阪 (06) 945-3200 大阪 (06) 945-3208
北海道支社 札幌 東北支社 仙台 岩手支店 盛岡 山形支店 山形 郡山支店 郡山 いわき支店 いわき 長岡支店 長岡 土浦支店 土浦 水戸支店 水戸 神奈川支社 横浜 群馬支店 高崎 太田支店 太田 宇都宮支店 宇都宮	(011)231-0161 (022)261-5511 (0196)51-4344 (0236)23-5511 (0249)23-5511 (0246)21-5511 (0258)36-2155 (0298)23-6161 (0292)26-1717 (045)324-5511 (0273)26-1255 (0276)46-4011 (0286)21-2281	小山支店 小山 (0285)24-5011 長野支社 長野 (0262)35-1444 松本支店 松本 (0263)35-1666 上諏訪支店 上諏訪 (0266)53-5350 甲府支店 甲府 (0552)24-4141 埼玉支社 大宮 (048)641-1411 立川支社 立川 (0425)26-5981 千葉支社 千葉 (043)238-8116 静岡支社 静岡 (054)255-2211 沼津支店 沼津 (0559)63-4455 浜松支店 浜松 (053)452-2711 北陸支社 金沢 (0762)23-1621 福井支店 福井 (0776)22-1866
富山支店 富山 三重支店 津 京都支社 京都 神戸支社 神戸 中国支社 広島 鳥取支店 鳥取 岡山支店 岡山 四国支社 高松 新居浜支店 新居浜 松山支店 松山 九州支社 福岡 北九州支店 北九州	(0764)31-8461 (0592)25-7341 (075)344-7824 (078)333-3854 (082)242-5504 (0857)27-5311 (086)225-4455 (0878)36-1200 (0897)32-5001 (0899)45-4111 (092)271-7700 (093)541-2887	

【本資料に関する技術お問い合わせ先】

半導体ソリューション技術本部 汎用デバイス技術部	〒210 川崎市幸区塚越三丁目4番4地	川崎 (044)548-7914	半導体 インフォメーションセンター FAX(044)548-7900 (FAXにてお願い致します)
半導体販売技術本部 東日本販売技術部	〒108-01 東京都港区芝五丁目7番1号 (NEC本社ビル)	東京 (03)3798-9619	
半導体販売技術本部 中部販売技術部	〒460 名古屋市中区栄四丁目14番5号 (松下中日ビル)	名古屋 (052)242-2762	
半導体販売技術本部 西日本販売技術部	〒540 大阪市中央区城見一丁目4番24号 (NEC関西ビル)	大阪 (06) 945-3383	