

ODJ5001-00

オペネクストレーザダイオード
サージ破壊防止マニュアル

opnext

ご注意

1. 本書に記載の製品及び技術のうち「外国為替及び外国貿易法」に基づき安全保障貿易管理関連貨物・技術に該当するものを輸出する場合、または国外に持ち出す場合は日本国政府の許可が必要です。
2. 本書に記載された情報の使用に際して、弊社もしくは第三者の特許権、著作権、商標権、その他の知的所有権等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。また本書に記載された情報を使用した事により第三者の知的所有権等の権利に関わる問題が生じた場合、弊社はその責を負いませんので予めご了承ください。
3. 製品及び製品仕様は予告無く変更する場合がありますので、最終的な設計、ご購入、ご使用に際しましては、事前に最新の製品規格または仕様書をお求めになりご確認ください。
4. 弊社は品質・信頼性の向上に努めておりますが、宇宙、航空、原子力、燃焼制御、運輸、交通、各種安全装置、ライフサポート関連の医療機器等のように、特別な品質・信頼性が要求され、その故障や誤動作が直接人命を脅かしたり、人体に危害を及ぼす恐れのある用途にご使用をお考えのお客様は、事前に弊社営業担当迄ご相談をお願い致します。
5. 設計に際しては、特に最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件及びその他諸条件につきましては、弊社保証範囲内でご使用いただきますようお願い致します。
保証値を越えてご使用された場合の故障及び事故につきましては、弊社はその責を負いません。
また保証値内のご使用であっても半導体製品について通常予測される故障発生率、故障モードをご考慮の上、弊社製品の動作が原因でご使用機器が人身事故、火災事故、その他の拡大損害を生じないようにフェールセーフ等のシステム上の対策を講じて頂きますようお願い致します。
6. 本製品は耐放射線設計をしておりません。
7. 本書の一部または全部を弊社の文書による承認なしに転載または複製することを堅くお断り致します。
8. 本書をはじめ弊社半導体についてのお問い合わせ、ご相談は弊社営業担当迄お願い致します。

1. レーザ光を見ないで下さい。レーザ光が直接及び間接的（反射光、輻射光）に目に入ると、その強度によっては失明の恐れがあります。万一、目に入った場合には、直ちに医師の診断を受けて下さい。
2. 本資料に掲載されている製品の材料に GaAs(ガリウム砒素)が使われています。
これは、極く少量でも非常に有害なものであり、粉末または蒸気などの発生の恐れがあるような製品の分解または化学的処理は行なわないようお願い致します。
製品を破棄する場合は法律に従って行い、一般産業廃棄物や家庭用ゴミとは混ぜないで下さい。
3. 本資料に記載する項目の定義は、特に規定しない限り、弊社発行のオプトデバイスデータブックに準拠します。
ご一読の上、ご使用に供して下さい。

はじめに

今日、レーザダイオードは大変身近なものになってきました。レーザダイオード（以下LDと略す）はレーザ固有の単色性、集光性、可干渉性といった特長に加え、小型軽量、低電力動作、直接高速変調可能などの特長があり、その応用分野もレーザポインタから光ディスク装置に至るまで、大きく広がっています。オプネクストでは、可視、赤色帯（0.63 μm）から近赤外帯（0.83 μm）まで、幅広いラインアップでLDを製品化しております。

LDは、その優れた高速応答性のために、サージにより端面の光学的損傷を受け易く、取扱いには十分な注意が必要です。本マニュアルでは、オプネクストLDの素子性能を十分に発揮し、高信頼度でご使用いただくために、サージ破壊の問題点を取上げ、赤色、近赤外LDを中心にその破壊強度、特性変動例、故障モード例をご紹介しますとともに、サージ破壊防止対策上、ご配慮いただきたい注意点について、ご説明いたします。

LDの測定取扱い、LD使用機器の設計に先立ちご一読いただければ幸いです。お急ぎの際にも、6章のLDサージ破壊防止対策および7章のサージ破壊事例はご覧いただき、事前にチェックをしていただくことにより、サージ破壊を未然に防止することができると存じます。

ご活用をお願い申し上げます。

目次

1. サージ破壊とその評価方法	1
1.1 順方向サージ破壊	1
1.2 静電破壊	3
2. 回路実装上の注意点	4
2.1 ノイズ，サージ電圧対策	4
2.2 ノイズの種類について	5
2.3 ノイズ除去対策	6
3. 保管，運搬，測定上の注意点	10
3.1 LD保管方法	10
3.2 運搬上の注意事項	10
3.3 測定，取扱い上の注意事項	11
4. 故障モード別分類	12
5. 特性パラメータと故障解析例	13
5.1 特性パラメータと信頼性との関連	13
5.2 サージ破壊における特性変動例および故障モード例	14
5.3 サージ・静電気がLDの寿命に与える影響について	15
6. LDのサージ破壊防止対策	18
7. サージ破壊事例	19

1. サージ破壊とその評価方法

LD は、順方向サージによる発光端面破壊（光学的損傷）と静電気による破壊に注意し、取り扱う必要があります。順方向サージ破壊の多くは、APC (Automatic Power Control) 回路の設計不良（オフセット調整，発振，不完全接触，浮遊容量など）に起因し発生します。（以下参照）

LD を効率よく、かつ低電位で駆動させるためには、しきい値電流 (I_{th}) が低くスロープ効率 (η_s) が高いことが必要ですが、これは低レベルでのサージ電流や静電気の放電に対し、その耐量を低下させる原因となっています。

	順方向サージ電流	静電破壊
要因	電流	電荷（電圧）
例	電源回路へのサージ誘起	人体等からの静電気の放電

1.1 順方向サージ破壊

安全動作領域 A.S.O. (Area of Safety Operation) について、LD は Si デバイスと異なり、消費電力を基準とするだけでなく、光学的損傷という破壊現象から、光出力 (P_o) を基準とした設計が必要です。LD についての安全動作領域は未だ定まったものではありませんが、一応の指標を以下に示します。

順方向サージ破壊の現象は、実装に近い状態で多く見られます。この順方向サージ耐量は、図 1.1 に示すような回路で評価できます。測定には、 $t_r, t_f \leq 10\text{ns}$ 程度のパルス発生器、出力段としてパワー MOS FET および出力電流モニタ用ストレージスコープと FET バイアス用電源を用います。

基本的に 1 shot のパルスで評価します。図 1.2 に得られた結果に対する使用領域の目安を示しますが、この範囲より一層余裕度のとれる配慮をお願いいたします。この図で注意しなければならないのは、光出力 (P_o) は式(1) で決定されるため、LD のしきい電流 I_{th} 、スロープ効率 η_s が被測定サンプルの分布より大きく異なった場合、 I_{th} 、 η_s のバラツキを考慮した設計が必要です。

$$(I_F - I_{th}) \times \eta_s = P_{COD} \quad (1)$$

I_F ：順方向電流 (Forward Current)

P_{COD} ：破壊光出力 (Power of Catastrophic Optical Damage)

この様子を図 1.3 に示します。LD-1、LD-2 の P_{COD} 耐量が同じ場合でも、 I_{th} 、 η_s が異なれば、 I_F (surge) に対する耐量はおのずと違ってきます。

図 1.4 に実際の測定例を示します。

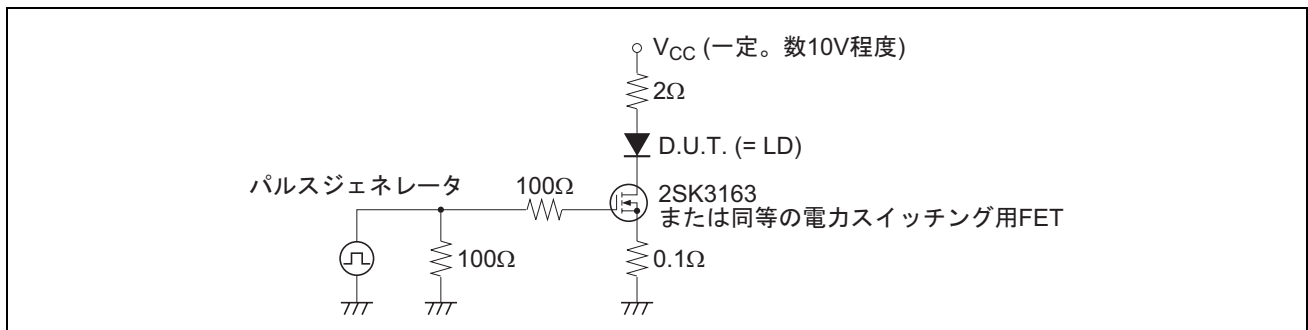


図 1.1 サージ耐量測定回路

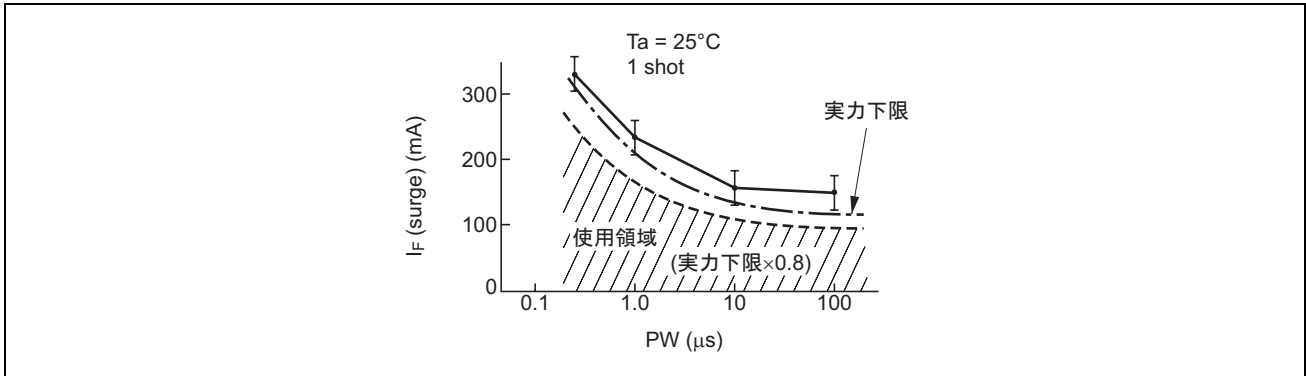


図 1.2 サージ耐量測定例

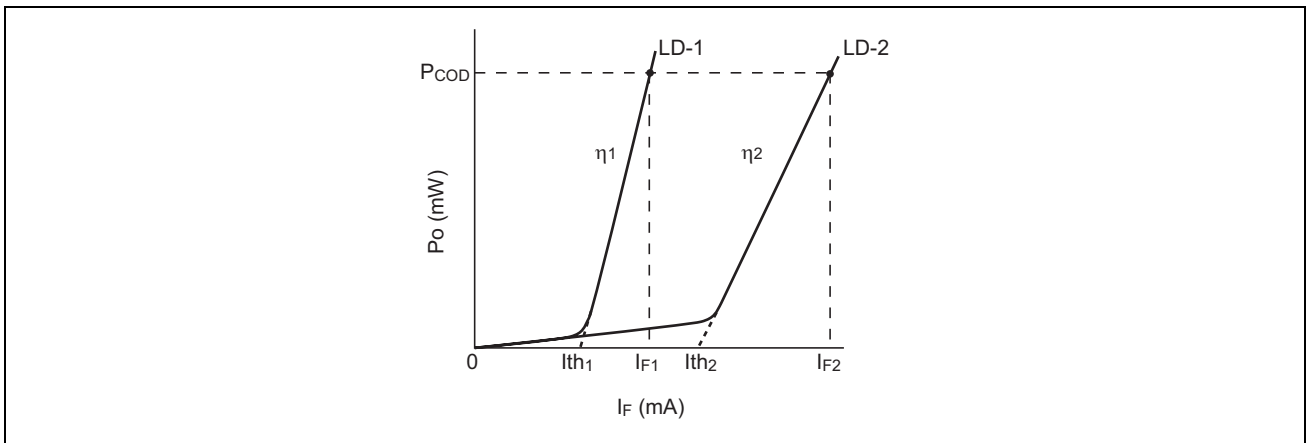


図 1.3 $I_F - P_o$ 特性

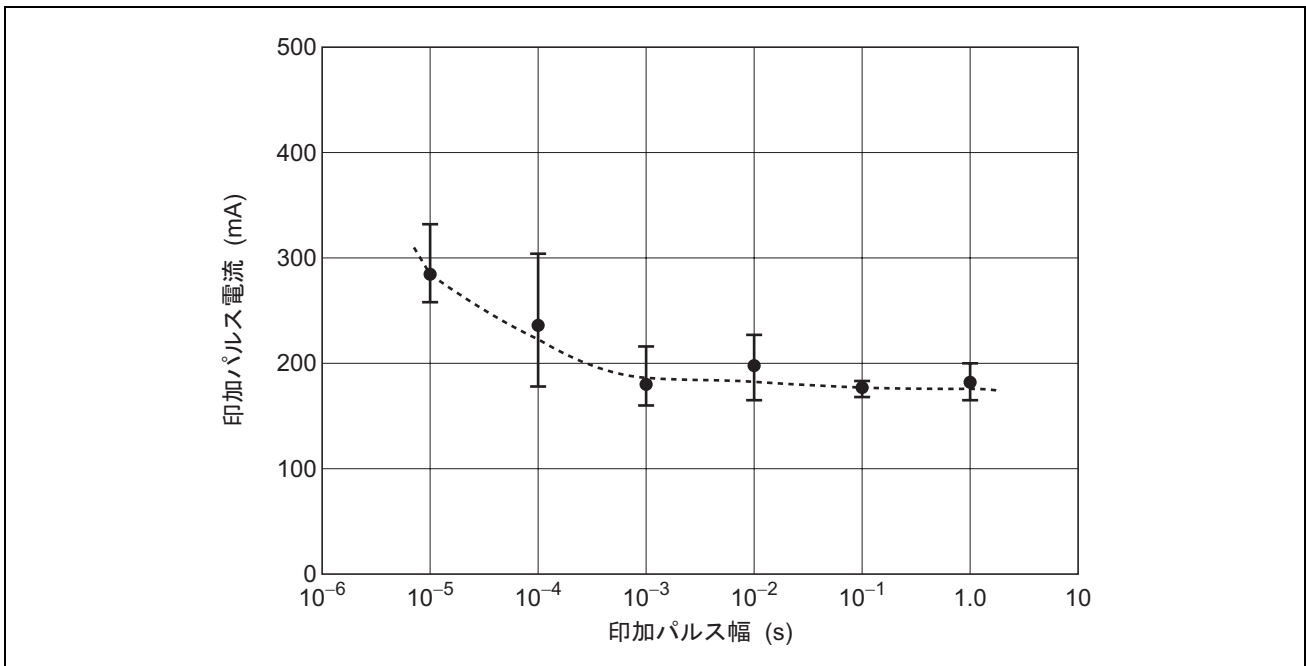


図 1.4 可視 LD 順方向サージ強度試験 (例)

1.2 静電破壊

LDの静電破壊強度は、次のような簡単な回路で評価できます。基本的には、電源、コンデンサおよび切換スイッチにより構成します(図1.5)。使用するコンデンサは、試験耐圧に十分耐える耐圧を有し、切換スイッチは絶縁抵抗が高く、かつチャタリングのないもの(例: 高耐圧水銀リレー)を用います。図1.6にLD順/逆方向の静電破壊強度を評価した結果を示します。

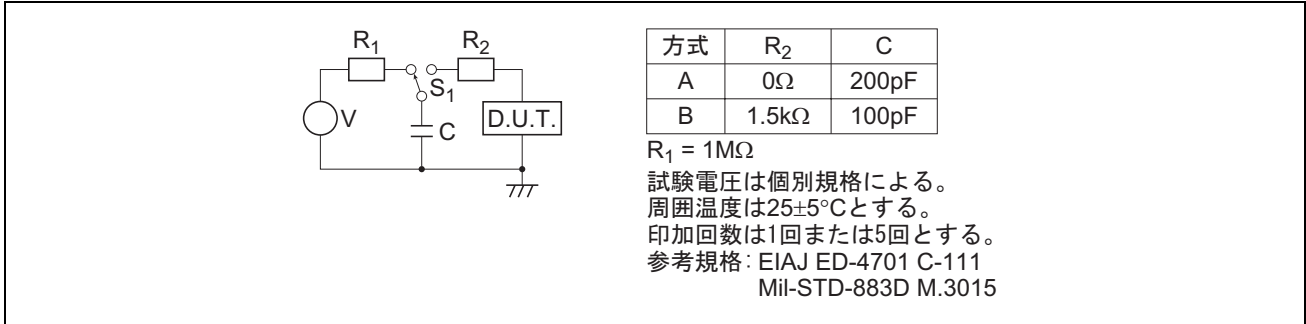


図 1.5 静電破壊試験回路

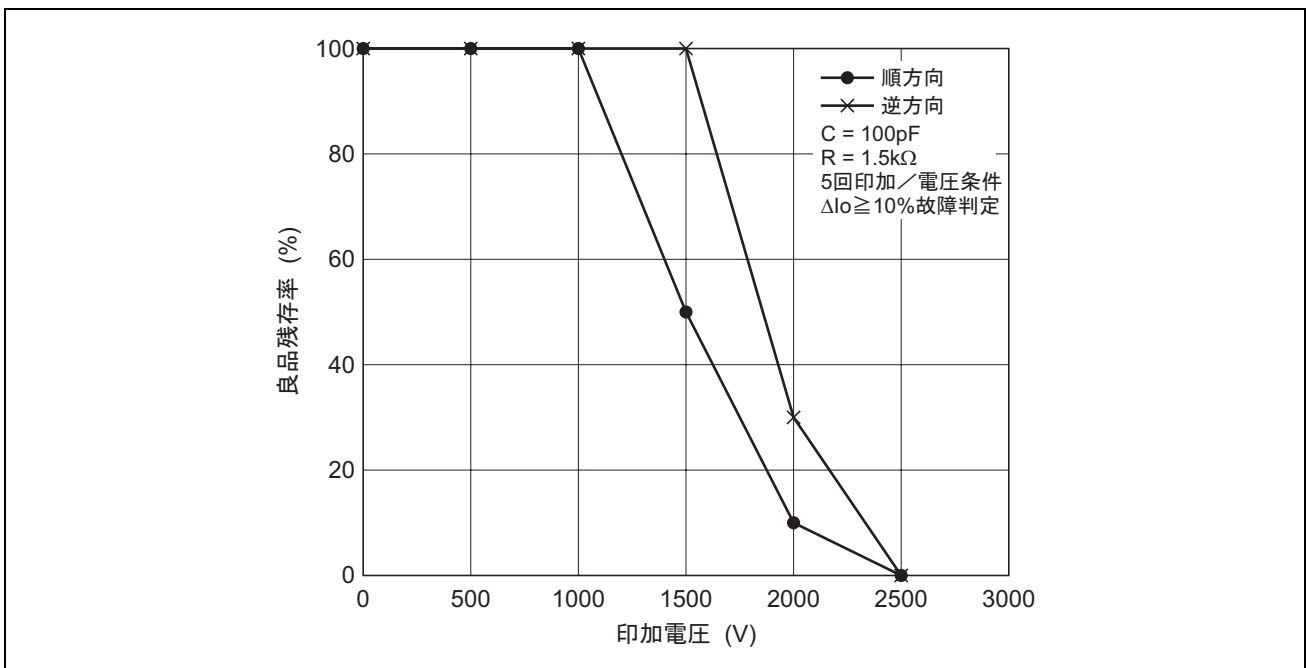


図 1.6 可視 LD 静電破壊強度 (例)

2. 回路実装上の注意点

信頼性設計という点では、回路設計上、初期規格を満足する設計はもとより、デレーティングを適用することや、特性の変動分を考慮して設計上の余裕をもたせることが必要です。サージ破壊の面から考慮していただきたい問題点として、配線上の問題や、外来サージ、リアクタンス負荷、ノイズマージン、安全動作領域 (A.S.O.)、逆バイアス、フライバックパルス、静電気、パルスストレスなどがあります。

一般的に次の諸点に留意する必要があります。

- (1) 入力、出力、電源端子に不要なノイズによる過電圧の印加および誘起がないこと。また、強電磁波のないこと。
- (2) 静電気が使用中に発生しないこと。
- (3) 入力部分に保護回路を設けるか、静電パルスが印加されないようにする。
- (4) 電源の ON/OFF 時の場合、電圧印加が不均衡とならないようにする。

たとえば、回路の接地端子がフローティング状態で、別の端子が間違っただけで接地された場合、入力、電源端子に電圧が印加されると過大なストレスが加わります。

以下に LD を含め、半導体素子共通として、主な項目について回路実装上の注意点を示します。

2.1 ノイズ、サージ電圧対策

一般に電子機器の設計において、商用電源の変動（通常 10% 程度の増減）を見込んで設計されているのが一般的と思われます。しかし、周辺でサージ電圧の発生する機械装置などが使用されていますと、電源電圧の変動に起因する故障、誤動作が生じることがあります。これは電源ラインに重畳されたサージによるもので、雷などの発生の際にもインパルス状態のサージが誘起されます。これらに対しては、AC ライン側に図 2.1 のようなフィルタを入れることにより軽減することができます。AC ラインからサージや静電気が間接的に入らなくとも、回路基板内の部品や半導体素子に直接印加されるおそれのある場合は、シールドをする必要があります。またシールドに対する対地インピーダンスは低いことが肝要であり低くないと効果がありません。

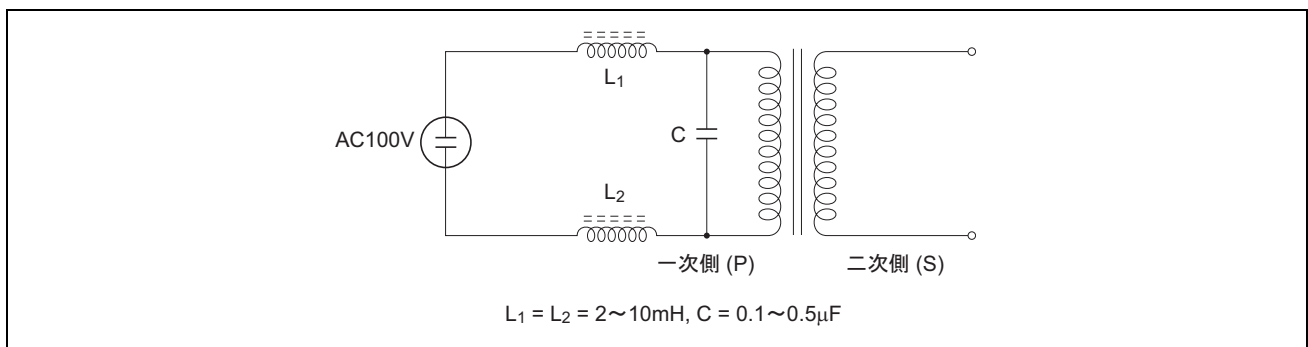


図 2.1 サージ吸収回路例

直接静電気やサージパルスなどがノイズとして印加されるおそれのある場合は、特殊な例として図 2.2 に示すような保護回路を入れることがあります。Ri × Ci の時定数は動作に影響のない範囲で、サージパルス吸収の都合の良い範囲に設定します。

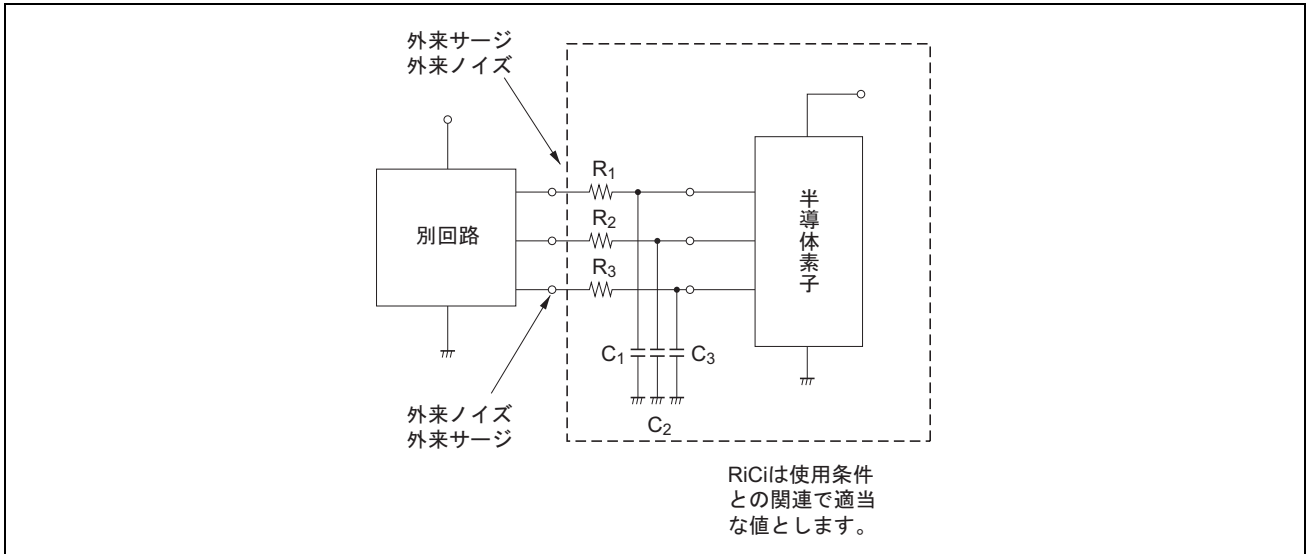


図 2.2 サージ保護回路例

2.2 ノイズの種類について

実装上の問題となるノイズに関しては、(a) アースと信号線の間が発生するものと、(b) 信号間に誘起されるものがあり (図 2.3)、デバイスに与える影響と対策法が異なります。

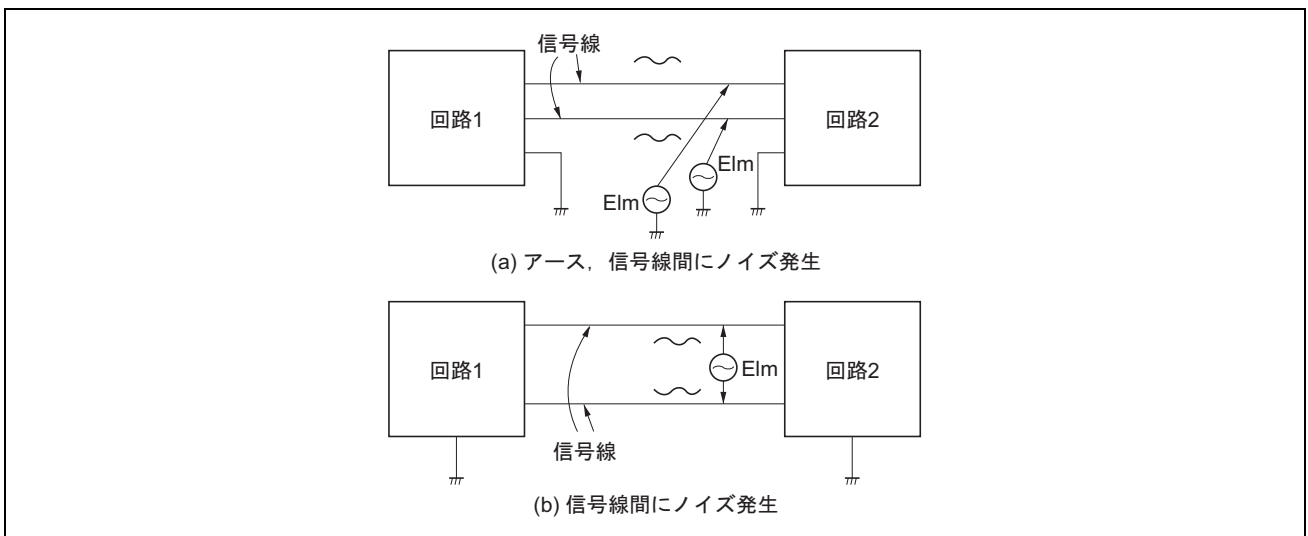


図 2.3 ノイズについて

ノイズ源と信号線の結合には、次に示すようないくつかの例があります。

- (1) 伝導によるもの
ノイズ源と信号線の間漏洩インピーダンスがある場合
 - (2) 静電誘導によるもの
ノイズ源と信号線の間静電結合がある場合
 - (3) 電磁誘導によるもの
信号線と信号線の間相互コンダクタンスがある場合
 - (4) クロストークによるもの
2本以上の信号線が隣接していれば、静電・電磁誘導によって、一方の信号線にノイズ電圧を誘起します。
 - (5) 接地ループによるもの
信号線の送受信側で接地されているとき、2点間の電位差がノイズとなる場合があります。
 - (6) 反射によるもの
信号線のインピーダンス不整合による反射波が信号に重畳し、ノイズとなります。
- これらについて概念図を図 2.4 (この図で、電力線をノイズ源と想定しています) に示します。

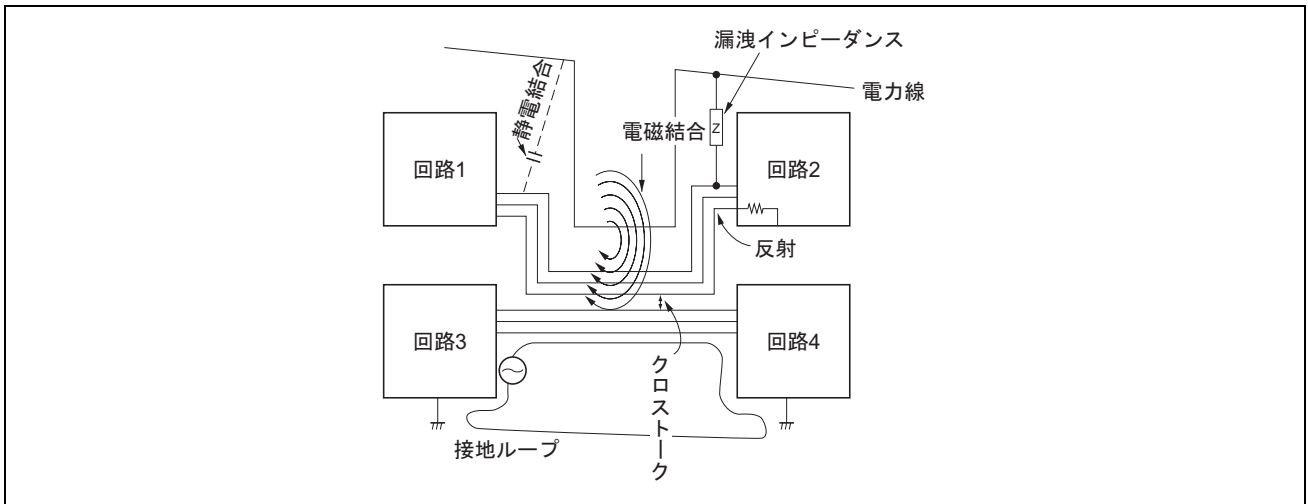


図 2.4 ノイズ源と信号の結合

2.3 ノイズ除去対策

ノイズに対して問題のないシステムを作るには、雑音源を見つけ除去あるいは減少させる、ノイズを拾わないようにする、ノイズマージンの大きい回路にする、保護回路を設けるなどの対策が必要です。

(1) ノイズ源での対策

根本的な対策として、ノイズ発生源を処置することが可能な場合は、最も効果があります。これには、リレーコイルと並列にダイオード、または抵抗・コンデンサを入れることによりサージ電圧を軽減したり、AC電源ラインを通っているノイズに対してはフィルタを発生源側の電源ラインに入れることがあります。また、強電界を発生する装置に対しては、シールドを施すなどの発生源側の対策を実施しますと、妨害を受ける側のシステム全体については、対策は不要となります。その他発生源と離すなどの処置も考えられます。

(2) 接地ラインによる対策

回路システムの接地ラインは専用のものを設け、他の電源ラインなどの接地系とは完全に分離することによって、接地系に流れる電流による回路システムへの干渉を除きます。また、回路システムと筐体との接地は一点のみとし、回路システム系と筐体との間に閉ループを形成しないようにします (図 2.5)。

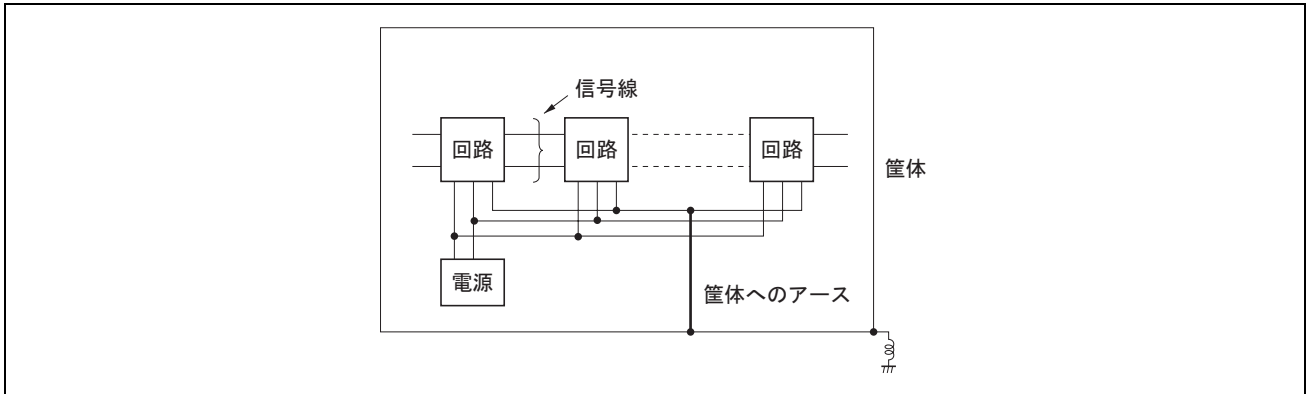


図 2.5 回路システムの接地

(3) シールドによる対策

外来雑音の影響を減少させるために、信号線、システム全体をシールドするのは良い方法です。静電結合による雑音の場合は、良導体で覆いそれを接地します。これにより、シールドがない場合には、信号線に誘起されるノイズが、シールドラインに誘起され、アースにバイパスされます。

その他のシールドの例として、一般によく用いられるツイステッドペア線があります。2本の信号線を信号源、受信回路、接地ノイズ源からみて対称にすれば、ノイズは軽減されます。信号線のツイストピッチも伝送距離に比して小さくすれば、平衡化でき、外来ノイズが軽減されます。ツイステッドペア線の場合、接地ループの発生がありますが図 2.6 のようにすれば除くことができます。

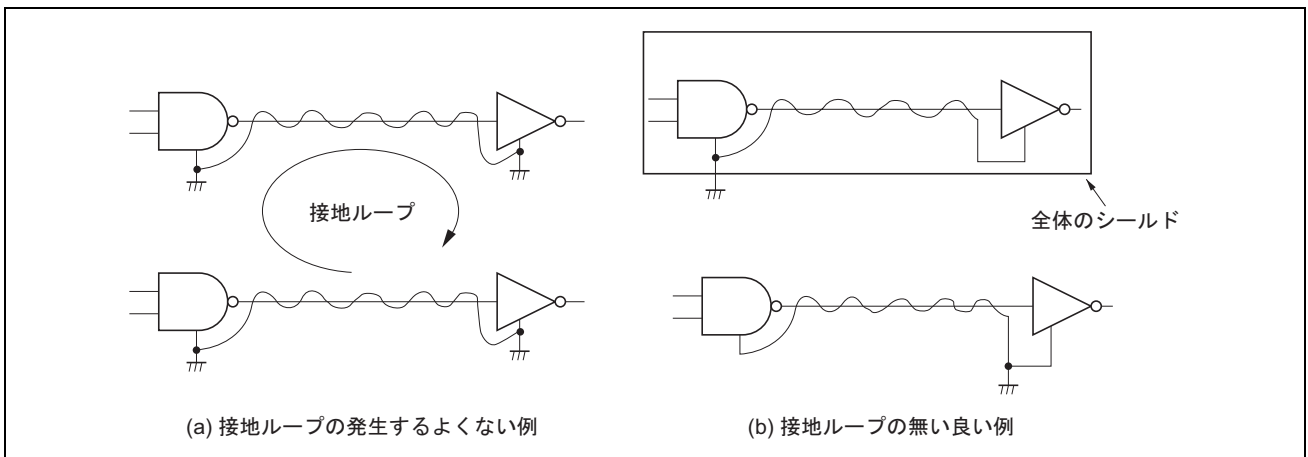


図 2.6 ツイステッドペア線による配線方式

(4) フィルタによる対策

一般に電源装置のノイズは、ACラインを通過入ることが多いため、ACラインフィルタを発生源側、あるいは、回路システムのAC電源側に入れます。また、回路システムの側からみた電源インピーダンスを極力下げることが必要であり、電源ラインの要所ごとにコンデンサを挿入し、ノイズに対するインピーダンスを下げます。この場合、比較的低周波用のバイパスとして大容量のコンデンサと、高周波用としてインピーダンスの小さい小容量コンデンサを並列に入れるのが望ましい対策です。

(5) サージ対策について

回路システムが、サージ電圧の印加される環境におかれることがあります。ここでは主なものについて示します。LD を、シンクロスコープと同じセット内で使用する場合のように高圧回路が接近していますと、放電によるサージ電圧が印加される場合があります。図 2.7, 2.8 に LD の端子間にサージ吸収、軽減回路として抵抗、コンデンサを挿入した例を示します。このサージ電圧をいかに軽減させるかが、信頼性向上のための大きな要因といえます。図 2.7 は、LD の出力段保護として、コンデンサ、抵抗を入れた例であり、リード線に誘起するサージを軽減しています。図 2.8 には、電源に入るサージを吸収する例を示します。

LD のサージ破壊を防ぐには、サージの侵入経路、および侵入端子を捜し、前述の対策をとる必要があります。

次に見落としがちなものとして、本来等電位と考えられる電源ラインの線路上にサージによる電位差が生じて破壊する場合があります。この場合の対策は、サージによる誘起の生じない配置、配線方式にする、シールドを施す、アース点を考慮することが必要です。

(6) サージ測定方法

以上、サージの種となりうるノイズの除去方法について述べました。これらの対策を考慮した上で回路やシステムを設計・開発していただきたくお願いします。さらに、回路やシステムが決まったら、実際にサージが発生していないか、できるだけ実駆動条件に近い形で、LD 駆動回路の電流をチェックする事が必要です。このためには図 2.9 に示すように、電流プローブ (Tektronix 社 A6302 電流プローブ + AM503 プローブアンプまたは相当品) とデジタルストレージオシロスコープ (Tektronix 社 TDS460A デジタイジングオシロスコープまたは相当品) の組み合わせで、ローリングモードなどを使って、実動作時にサージが発生していないことを確認していただきたくお願いします。(図ではノイズ源を想定していますが、駆動回路起因でサージを発生させてしまう例も多々あります。その場合でも、この方法でサージを検出することができます。)

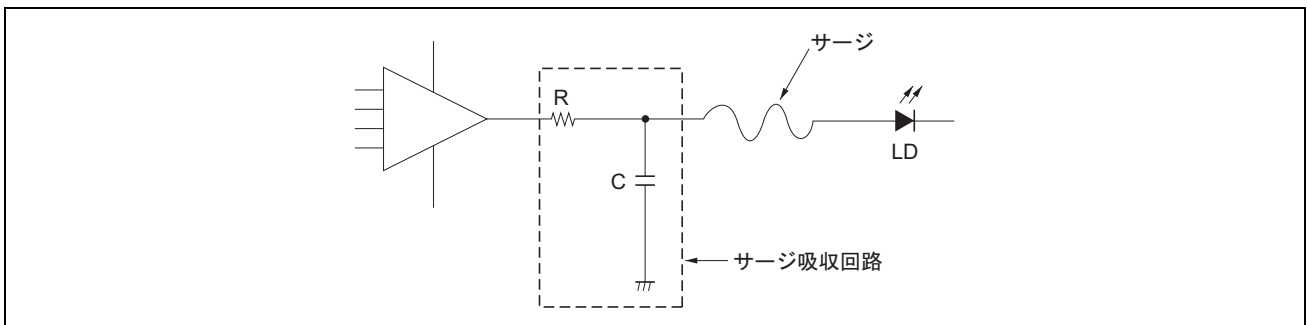


図 2.7 CR によるサージ吸収回路例

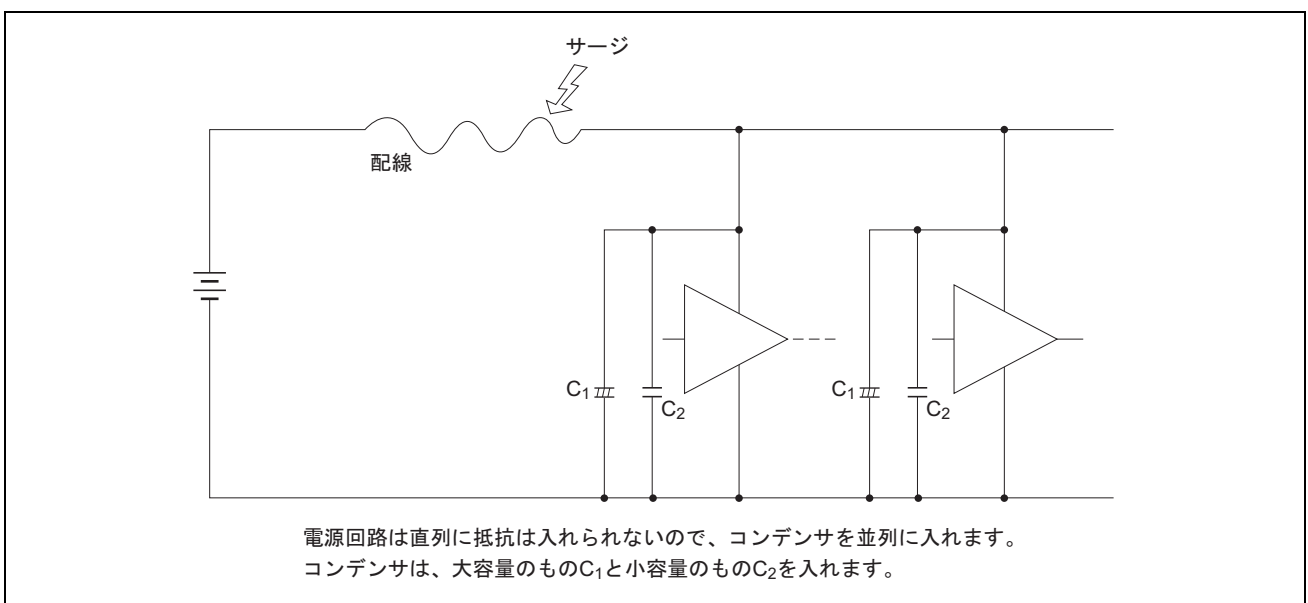


図 2.8 電源ラインのサージ吸収

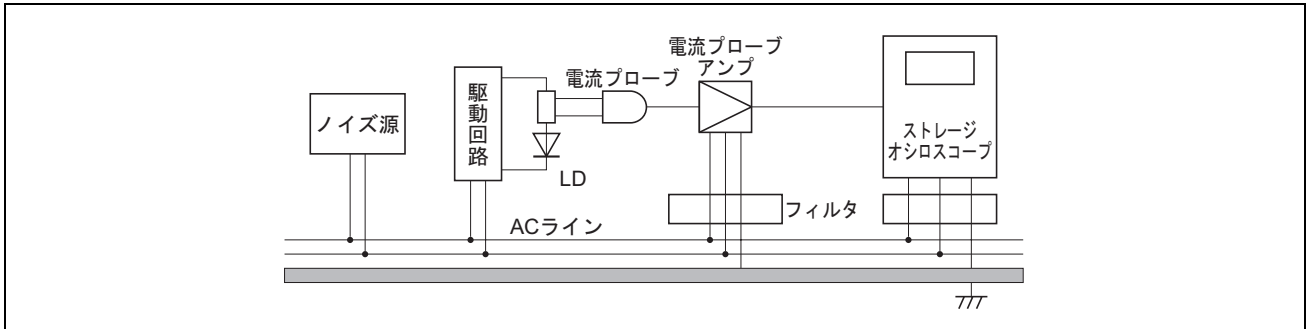


図 2.9 サージ測定方法

3. 保管，運搬，測定上の注意点

電子部品の保管，輸送上の一般的な注意事項は，LD に関してもそのまま適用できるわけですが，さらに特別に注意を要する点があります。以下に一般的な項目を含めて説明します。

3.1 LD 保管方法

LD を保管する場合，以下のような方法が望ましく，十分な注意がなされないと電気的特性，ソルダビリティ，外観などの不良発生のおそれがあります。また，時として故障に至る場合があります。

以下に主な注意事項を示します。

- (1) 保管場所は，温度，湿度が適切な範囲内にあることが必要で，25～30℃，45～75%RH の範囲が望ましい条件です。(製品によっては保管条件に制約がある場合があります。その場合は規定の保管条件を守ってください。)
- (2) 保管雰囲気は，特に有害なガスの発生がなく，塵埃のない状態にしてください。
- (3) 保管容器は，静電気の帯びにくいものにしてください。
- (4) 保管状態で，LD に荷重がかからないようにしてください。
- (5) 長期間にわたって保管する場合は，未開封の状態でご保管してください。
- (6) 保管時に急激な温度変化などにより水分の結露がおきないようにしてください。
- (7) 放射線，強電界にさらされない場所にしてください。

3.2 運搬上の注意事項

- (1) 運搬用の容器，治具は，輸送中の振動などで，帯電しないもの，静電気の発生しないものである必要があります。導電性容器や，アルミ箔などを用いることが有効な対策になります。
- (2) 人体衣服に帯電した静電気による破壊を防止するため，取扱中は人体に高抵抗を介して接地し，静電気を放電させます。
この場合，抵抗値は 1MΩ程度とし，人体と GND 間の人体に近い側に挿入し，感電などの危険を防止する必要があります。
- (3) LD を実装したプリント板などを移動する場合には，静電気を帯びないような方法をとる，端子を短絡し同電位にするなどの配慮を必要とします。また，プリント板などをベルトコンベアで移動させるとき，コンベアのゴムなどに帯電防止処理をしてください。
- (4) LD およびプリント基板の輸送の場合には，機械的振動，衝撃を極力少なくしてください。

以下の表に代表的な静電電圧の例を示します。

表 3.1 代表的な静電電圧の例

発生源	静電電圧	
	10～20%RH	65～90%RH
じゅうたん上を歩く人	35000V	1500V
ビニール床上を歩く人	12000V	250V
ベンチで作業をする人	6000V	100V
ビニールの覆い	7000V	600V
ベンチから取上げたポリパック	20000V	1200V
ポリウレタンフォームを詰めた椅子	18000V	1500V

(DOD-HDBK-263 より)

3.3 測定，取扱い上の注意事項

LDの測定，取扱いには，静電気，ノイズ，サージなどの前述した項目について十分注意していただく必要があります。運搬，保管時には端子間を同電位にしておくことにより破壊を避けることができますが，デバイスの測定時，組込み時には，全端子は開放され，人体，測定器，作業台，はんだごて，ベルトコンベアなどには，各端子が独立に接触する可能性が高くなります。このため静電気，または電気設備からの漏電のある場合には，素子破壊の可能性があります。カーブトレーサ，シンクロスコープ，パルス発生器，直流安定化電源などの端子，および筐体に交流電源などから漏電がないよう十分管理してください。

測定時は特に，テストからのサージ電圧が印加されないような配慮や，テストにはクランプ回路を入れるなどの対策，また，電流源駆動時における接触不良による異常電圧が印加されないよう配慮してください。また，テスト時に，端子の誤接続，逆さし，端子間ショートの起きないようにしてください。基板の動作チェックを行なう場合は動作チェック時に，端子のはんだブリッジ，異物ブリッジなどが無いことを十分確認の上，電源を入れてください。

4. 故障モード別分類

赤色・近赤外 LD を例に，顧客からの返品を解析した，故障モード別不良発生状況を図 4.1 に示します。サージ破壊不良が大部分を占めており，LD を高信頼度で使用いただくためにはこの対策が必要です。

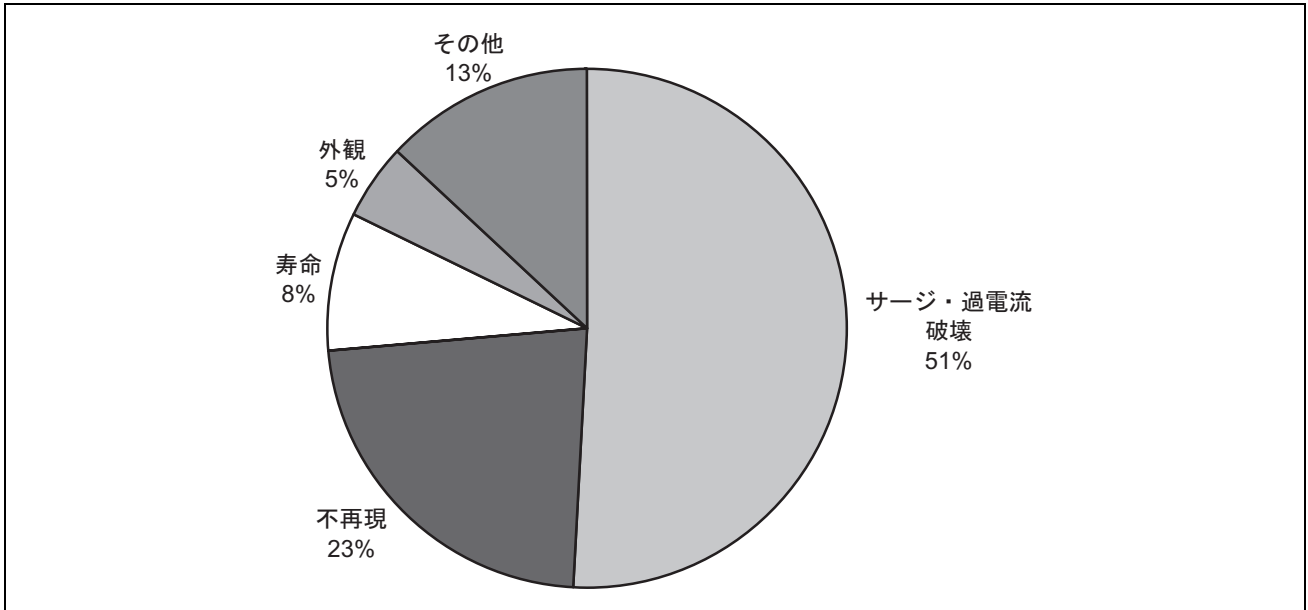


図 4.1 工程・市場不良の故障モード別分類

5. 特性パラメータと故障解析例

5.1 特性パラメータと信頼性との関連

LDには、それぞれ機能、用途に応じて特性パラメータが規定されており、それぞれ満足すべき範囲が定められています。システム設計上これらのパラメータの重要度が用途によって異なる場合も多く、一様には論じられませんが、重要なパラメータに関しては、初期特性のマーヅンを見込んだ設計や、ディレーティングを実施するなどの注意が必要となります。

ディレーティングとして、LDの劣化モデル式を以下に示します。温度ストレス、電流ストレスの複合ストレスに経時変化パラメータを含めた式(2)で表すことができます。この式より、動作温度・電流をディレーティングすることがLDを高信頼度で使用する上で重要となります。

$$DI_{op} = A \cdot I_{op} \cdot \left(t \cdot \frac{duty}{100} \right)^m \cdot \exp\left(\frac{-E_a}{k \cdot T} \right) \quad (2)$$

DI_{op} ：動作電流変化率(%)、 A ：劣化定数(経験値)、 I_{op} ：初期動作電流値、
 m ：経時変化パラメータ(経験値)、 k ：ボルツマン定数(8.617×10^{-5} eV/K)、
 E_a ：活性化エネルギー(eV)(経験値)、 T ：動作時の接合部絶対温度(K)、
 $duty$ ：CW動作時は100%

重要なパラメータとしては、システムとしての動作範囲の限界を考慮したデバイスを選択すること、統計的設計法を適用すること、デバイス供給側より示される故障判定基準値を考慮して設計することなどの配慮が必要となります。

以下にパラメータについての着眼点を示します。

- (1) そのパラメータの重要度はどうか。システム故障に至るか否か。
- (2) パラメータの初期値マーヅンはどうか。
- (3) 他のデバイスとの共用上許容される変動か否か。
- (4) 冗長設計は可能か。
- (5) パラメータの統計的設計法の導入が可能か否か。

なお、デバイスとしての応用上、医療・宇宙通信等の特殊な用途や、ノイズの発生しやすい工作機械・自動車等の環境下でのご使用には注意が必要となりますので、当社技術担当にご相談ください。

5.2 サージ破壊における特性変動例および故障モード例

LDのサージ破壊における特性変動および、故障モード例を表5.1, 故障解析データ例を表5.2に示します。LDの活性領域は、サブミクロンオーダーの微細構造となっているため、サージ電流・静電気・過電流動作などの過剰ストレスが印加されますと、光・電流特性、モニタ電流リニアリティ、ファーフールドパターン、発振波長などが変動し、信頼性を著しく低下させることがありますので、サージ破壊には十分な注意をはらう必要があります。

故障メカニズムは、サージにより発生する瞬時の過剰な光出力により、可視LDの場合レーザ端面の活性層中央部が、光学的に損傷を受け、劣化に至ることがEBIC (Electron Beam Induced Current) 法などの故障解析により確認されております。

EL (Electro Luminescence) とEBICの故障解析方法を図5.1, 5.2に示します。

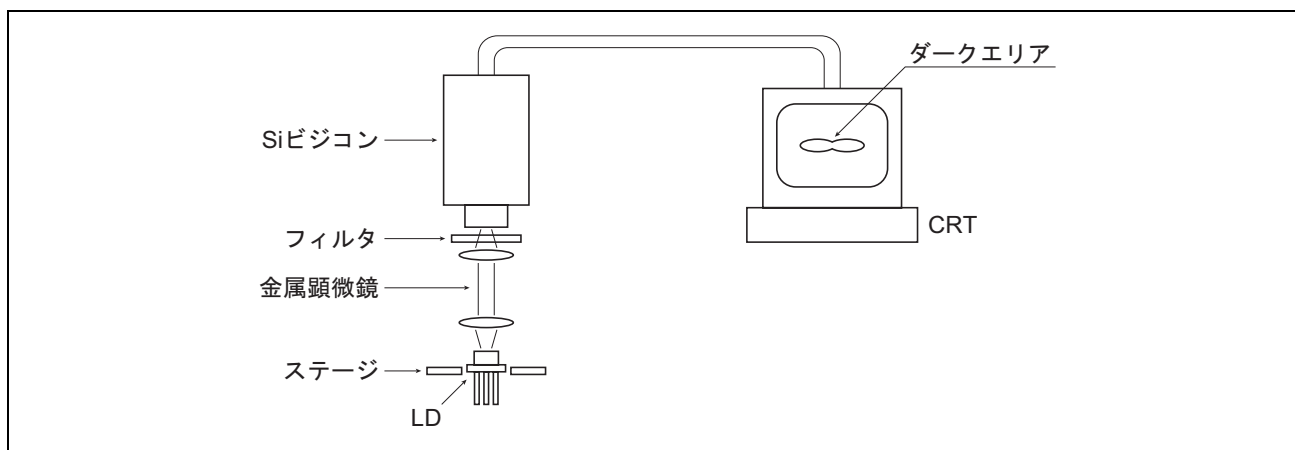


図 5.1 EL 法 (Electro Luminescence)

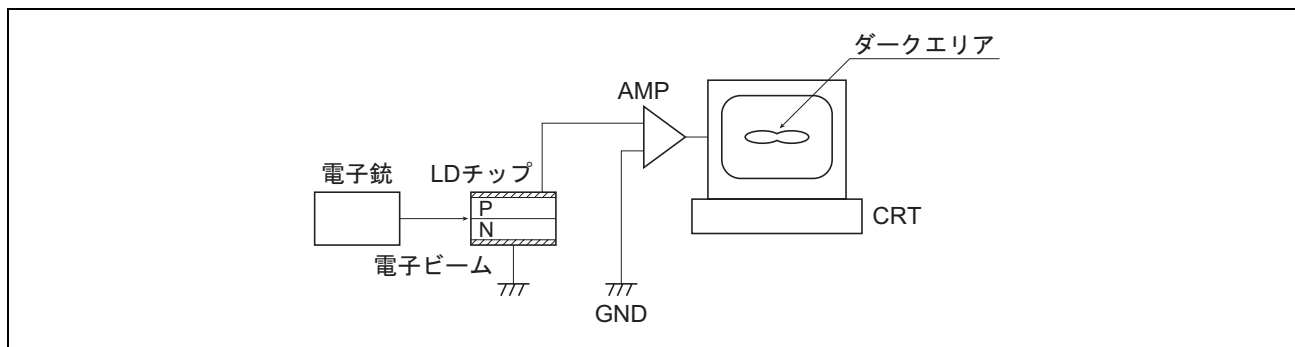


図 5.2 EBIC 法 (Electron Beam Induced Current)

5.3 サージ・静電気がLDの寿命に与える影響について

サージや静電気がLDに印加された時に発生する微小欠陥が原因で、その後のLDの動作で欠陥が拡大して光出力の劣化につながる事が判っています。サージや静電気のストレスは初期的な光学特性だけでなくその後の信頼度にも影響を与えるので、その面からもしっかりとした対策が必要です。

図 5.3, 5.4 に初期的にサージ・静電気を印加した後に寿命試験を行なった結果を例として示します。

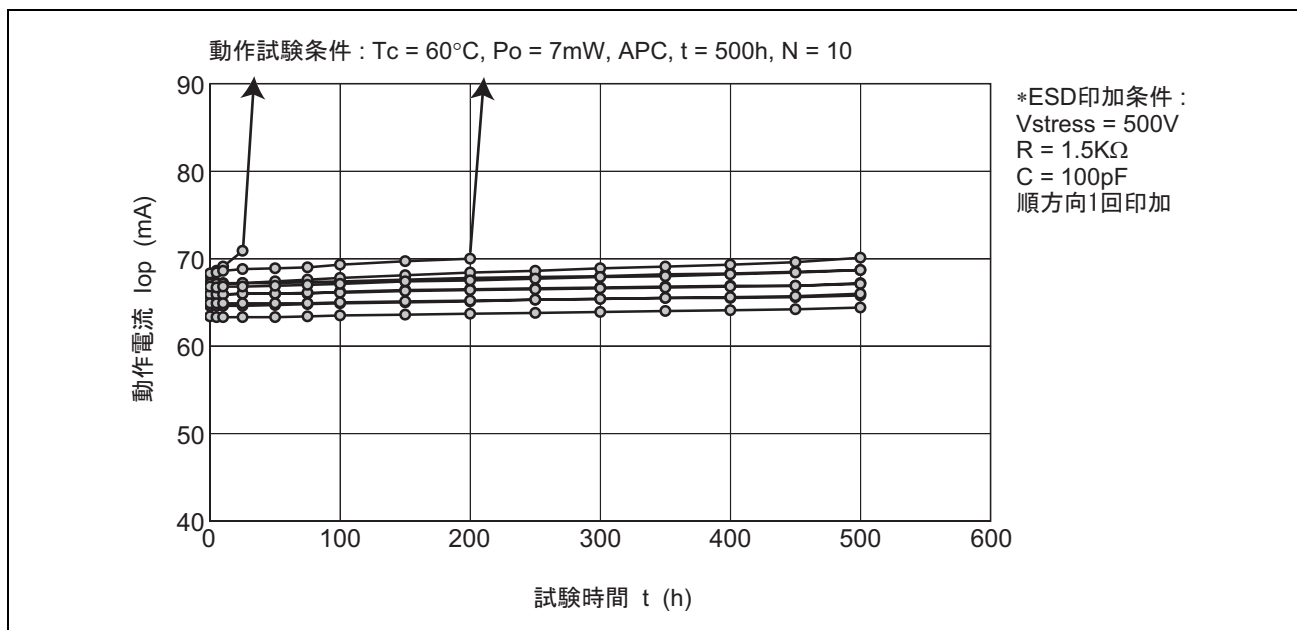


図 5.3 ESD 印加後の寿命試験結果例 (670nm-Low Power-LD)

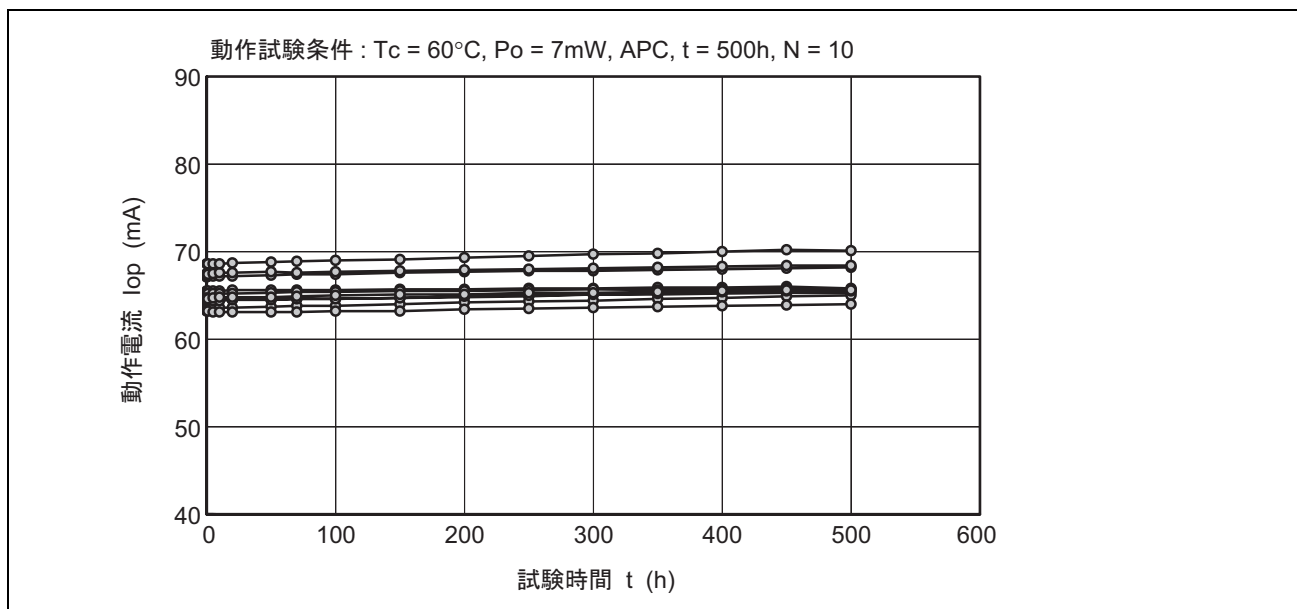


図 5.4 ESD 未印加品の寿命試験結果例 (比較用) (670nm-Low Power-LD)

表5.1 サージ起因による端面破壊例

No.	サージの種類	特性変動例	故障モード例
1	静電破壊	<p>特長1</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) 高出力領域で光出力飽和 2) 高出力領域でPo-Isのリニアリテイ劣化 <p>200pF, 250V</p> <p>順電流 If</p> <p>モニタ電流 Is</p> <p>光出力 Po</p>	<p>LD端面の活性層中央部の光学的損傷</p> <p>DAMAGED FACET</p> <p>EBIC像</p>
2	順方向サージ破壊	<p>特長2</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Po-If特性でキンク発生または不良発生 2) ファーファイールドパターンは0次→1次モード <p>順電流 If</p> <p>モニタ電流 Is</p> <p>光出力 Po</p> <p>0次</p> <p>1次</p> <p>ファーファイールド (水平方向)</p> <p>200mA, 1msパルス</p>	<p>LD端面の活性層中央部の光学的損傷</p> <p>DAMAGED FACET</p> <p>EL像</p>
3	順方向DC破壊	<p>特長3</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Po-If、Po-Is劣化 2) 波長のマルチモード化 <p>順電流 If</p> <p>モニタ電流 Is</p> <p>光出力 Po</p> <p>破壊限界Pc</p> <p>マルチ</p> <p>シングル</p>	<p>LD端面の活性層中央部の熱的、光学的破壊</p> <p>DAMAGED FACET</p> <p>EBIC像</p>

表5.2 サージ破壊試験および故障解析データ例

	サージ条件	代表特性			故障モード			
		光出力Po	モニタ電流Is	FFP	波長	EL法	EBIC法	ステインエッチ法
良品	—							
軽劣化								
致命劣化								

6. LD のサージ破壊防止対策

表 6.1 LD のサージ破壊防止対策 (案)

No.	項目	内容	対策例
1	環境	各自がきちんとアースを取る。	1MΩの抵抗を介して手首に巻く。 (リストバンド式)
		作業台, 検査装置, 作業台のアースは共通にする。	シールドルーム使用時もアースは共通とする。
		作業椅子は帯電処理を行ないアースを取る。	帯電処理カバーで覆い, アースチェーンを取付ける。
		作業服は導電服を着用する。	
		製品棚は導電マットを設置する。	
		工程内で使用するトレイは導電性の材料を使用する。	抵抗値 ($10^6 \sim 10^9 \Omega$)
		帯電する環境下では, イオンブローを行なうか, 弱いイオン雰囲気内で作業を行なう。	
	室内雰囲気湿度管理	RH 50±10% 目標	
2	装置	立ち下げ電源から個々の測定電源へは, ノイズフィルタを通して配線する。	推奨フィルタ例 Tokin : Noise Filter, Type LF-220, G-2200
		製品に触れるベルトは, 帯電しないように除電装置をつける。	
		製品吸着パッド等はアースを取る。	
		電源に接続するリレーでチャタリングがおきないようにする。	
		電源にリップルのないものを使用。	推奨電源例 ILX Light Wave : LDC-3722B LD Controller Advantest : TR6143 HP : HP6655A
3	作業	電気的特性を測定する時, 規定電圧を印加した状態で電源を ON/OFF しない。	電源は必ず, ボリュームを落として OFF し, ON した後に規定電圧まで上げる。
		LD 組立・調整作業時, 同一室内 (同一 line, 電灯) の電源 ON/OFF を行なわない。	
		電源電圧を制御するボリュームは電圧が最下点になるように初期調整して使用する。(抵抗ボリュームは中間値に設定されている場合が多い。)	
4	治具 その他	手袋, 指サック等は導電性のものを使用する。	
		使用するはんだゴテの先は, GND に接続する。	三端子式のはんだゴテを使用する。
		イオンブローを使用する場合は, 除電効果を確認する。	
		抵抗ボリュームにガリがないものを使用する。	ボリュームの定期的交換。

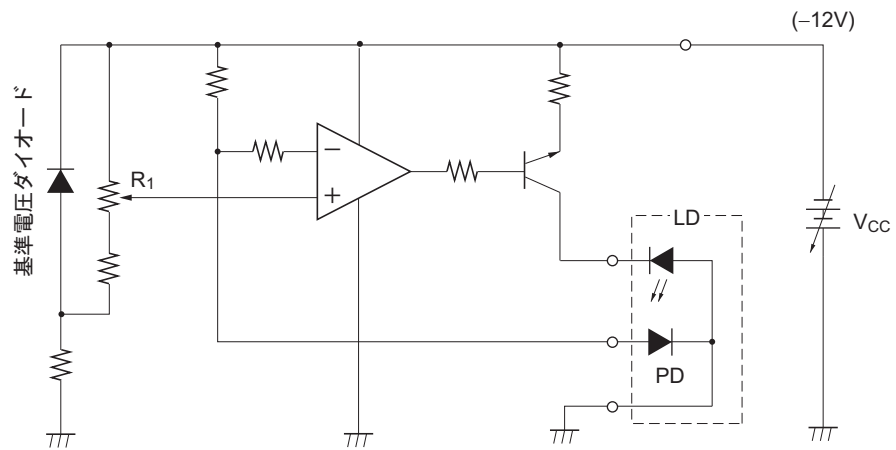
7. サージ破壊事例

No.1	事例件名 : APC (Automatic Power Control) 回路実装時の過電流破壊
事例内容	
1. 現象 LD を回路実装し、電源を ON したところ、LD が破壊した。	
2. 原因 電源立ち上がりの過渡特性により破壊した。	
対策法	
APC 回路に、スロースタータ回路を追加する。	

No.2 事例件名：APC 回路で測定中の過電流破壊

事例内容

- 1. 現象
下図の回路で測定を行なった後、光出力が0となるように R_1 を下げて、次の LD をセットしたところ、その LD が破壊した。
- 2. 原因
前の LD を外したときに、回路がオープン状態となったために、出力電圧が V_{CC} 電圧 12V まで上がり、次にセットした LD が過電流破壊した。



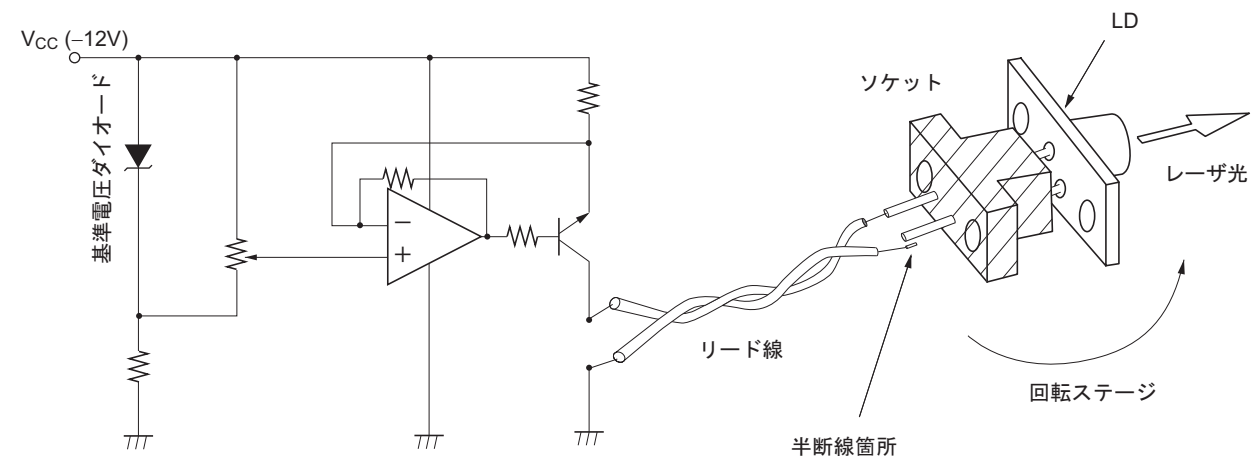
対策法

光出力が0となるように R_1 を下げ、次に出力電圧が0となるように V_{CC} を下げてから LD をセットする。

No.3 事例件名：ファーフールドパターン測定中の過電流破壊

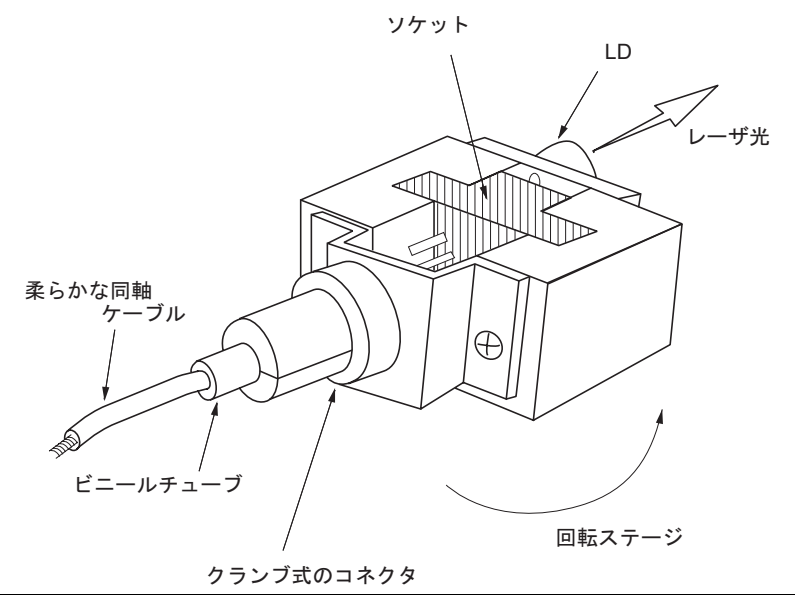
事例内容

- 1. 現象
LD を定電流回路で動作させながら，ファーフールドパターンを測定していたところ，突然光出力が出なくなった。
- 2. 原因
ステージを回転中に，ソケットのリードのはんだ付け部が半接触となり，断続的に定電流回路の V_{CC} 電圧 (-12V) が LD に印加された。



対策法

- (1) ソケットのはんだ付け部に，直接，機械的な力が加わらないように，クランプ式のコネクタを通してソケットに接続する。
- (2) ソケットおよび，リード線類は，始業前に必ずチェックするとともに，定期的に新しい物と交換する。



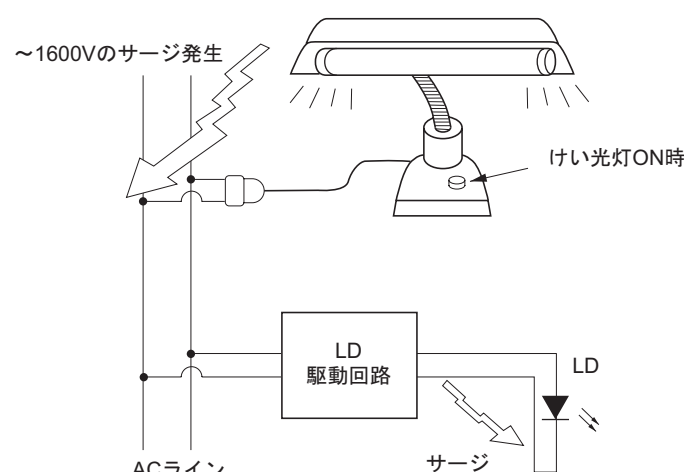
No.4	事例件名：電源端子に接続された大容量コンデンサによる逆チャージ破壊
事例内容	
<p>1. 現象 電源端子に大容量コンデンサを接続していたため、破壊不良が発生した。</p> <p>2. 原因 電源 ON/OFF 時に、コンデンサに充電された電圧、電流が逆に LD 電源端子に印加され、破壊した。</p> <div data-bbox="544 544 1046 768" data-label="Diagram"> <p>The diagram shows an LD driver circuit. On the left is a box labeled 'LD 駆動回路' (LD driver circuit) connected to ground. A wire leads from the driver to a node. From this node, a wire goes to a diode labeled 'LD'. Another wire goes from this node to a capacitor labeled '100µF', which is also connected to ground. A curved arrow points from the capacitor back towards the LD diode, indicating reverse current flow during power-off.</p> </div>	
対策法	
<p>(1) コンデンサ容量を適切な値とする。</p> <p>(2) 駆動回路 ON/OFF 時に、過渡的なサージが印加されないか、チェックする。</p> <div data-bbox="347 913 1241 1391" data-label="Diagram"> <p>The diagram shows a test setup for measuring surge current. It features an 'LD 駆動回路' (LD driver circuit) connected to ground. A wire leads from the driver to a node. From this node, a wire goes to a diode labeled 'LD'. Another wire goes from this node to a capacitor labeled '0.05µF', which is also connected to ground. A '電流プローブ' (current probe) is connected in series between the driver and the node. The probe is connected to a 'デジタルメモリ スコープ' (digital memory scope) to capture the surge current during power transitions.</p> </div>	

No.5 事例件名 : LD 測定中の過電流破壊

事例内容

1. 現象
LD 駆動用定電圧電源で LD の特性測定中に、突然 LD が破壊した。

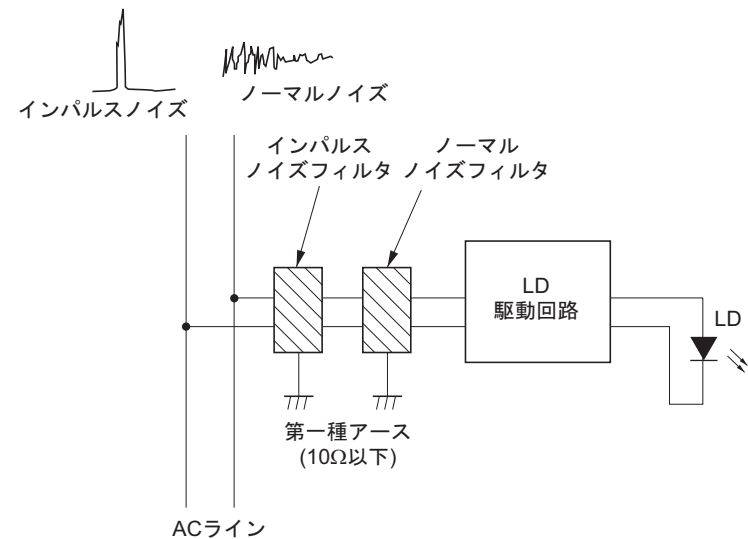
2. 原因
隣で作業していた A さんが、同一の AC ライン上に接続してあった蛍光灯のスイッチを ON にしたとたんに、~1600V のサージが発生し、これが、LD 駆動回路の AC 入力に飛び込んだため、LD が瞬時に過電流破壊した。



The diagram illustrates the cause of the failure. On the left, an AC line is shown. A fluorescent light fixture is connected to this line via a switch. A lightning bolt symbol indicates a surge of approximately 1600V occurring when the switch is turned on. This surge travels along the AC line to the LD driver circuit, which is also connected to the same line. The surge is shown as a sharp arrow pointing to the LD driver circuit, and another arrow points to the LD (Laser Diode) component, which is shown with a lightning bolt and a double slash, indicating its destruction.

対策法

- (1) AC ラインと LD 駆動用電源の間に、インパルスノイズフィルタと、ノーマルノイズフィルタを入れる。
- (2) 断続の多い AC ラインへは、LD 駆動用電源を接続しない。

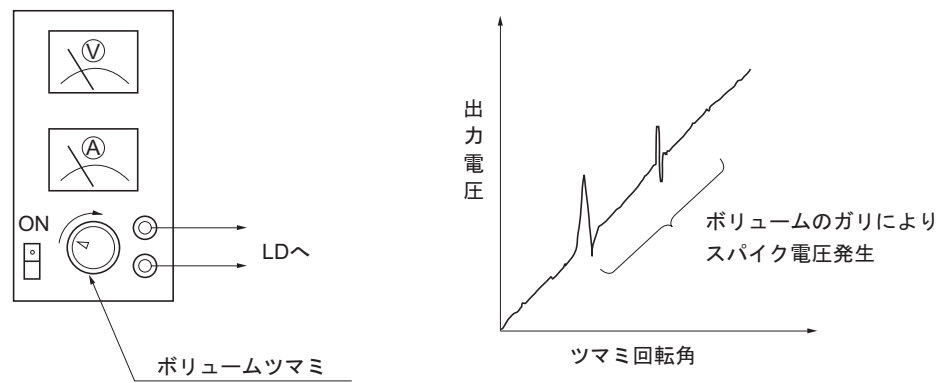


No.6 事例件名：実機に取付け出力調整時の過電流破壊

事例内容

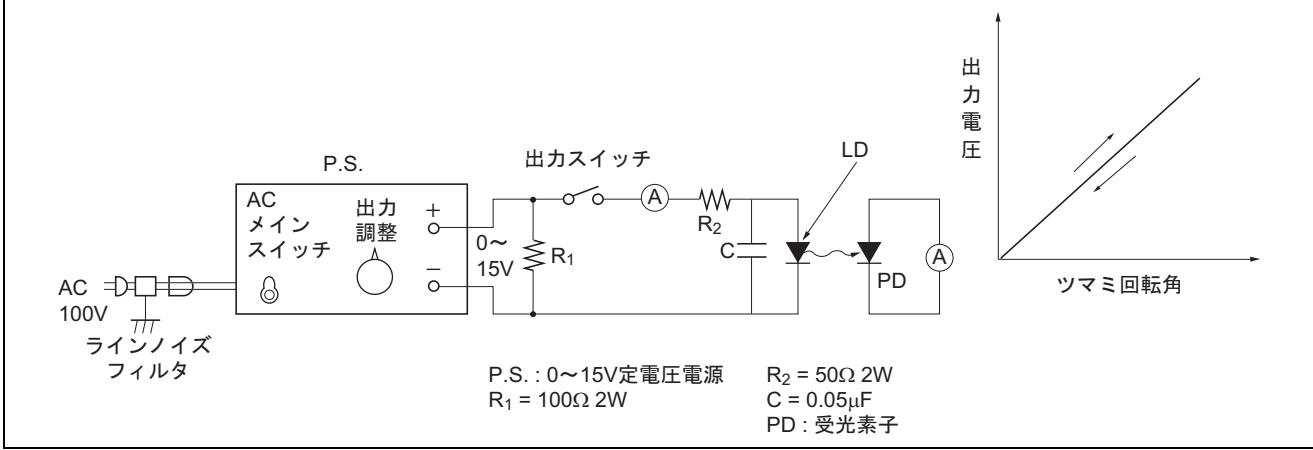
1. 現象
LD を実機に取付け、可変抵抗 (VR) で光出力調整を行なっている際、破壊した。

2. 原因
VR のガリのため、過度の光出力が出て、LD 端面が光学的損傷を受け破壊した。



対策法

- (1) ガリのない可変抵抗に定期的に変換し、オシロスコープでスパイク電圧のないことをチェックする。
- (2) 光出力調整工程および、回路組立工程を清潔に保ち、可変抵抗に塵埃が付着しないようにする。
- (3) LD を下図のように接続させる場合には、電源を ON 状態にして、出力調整を最小限に合わせながら行なう。また、LD を取りはずすときは、出力調整を最小値にして取りはずし、その後でスイッチを切るようにする。

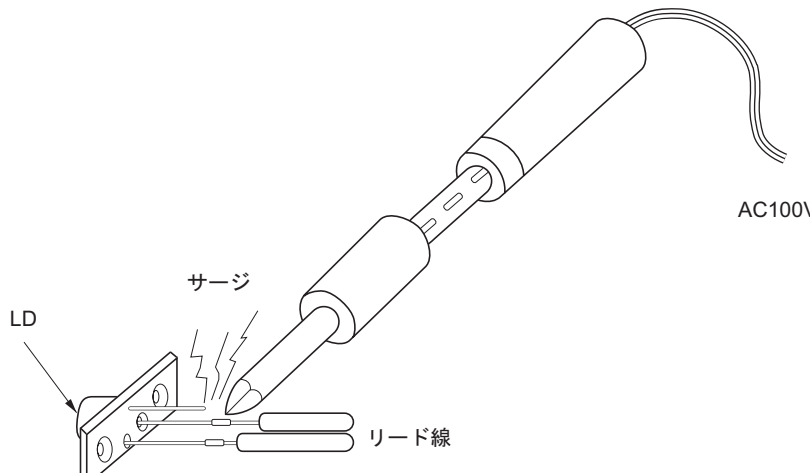


No.7 事例件名：はんだ付け作業時 LD 破壊

事例内容

1. 現象
LD 駆動回路基板に、LD をはんだ付けした後、回路を駆動させたが、LD が動作しなかった。

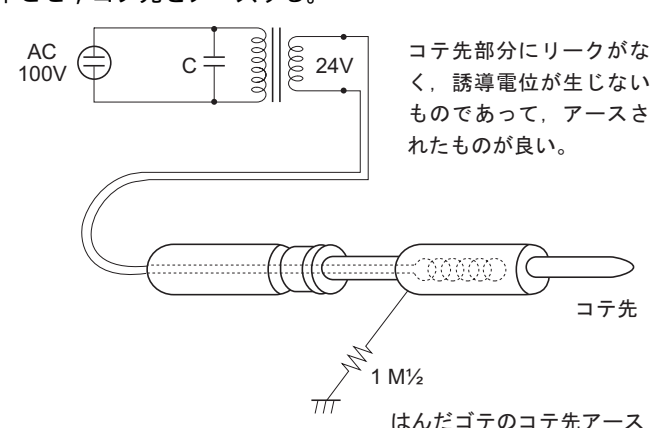
2. 原因
市販の AC100V のはんだゴテからリークしたサージ電圧により LD が破壊した。



対策法

(1) アース付き三端子はんだゴテを使う。

(2) 二次電圧をトランスで降下させ、コテ先をアースする。



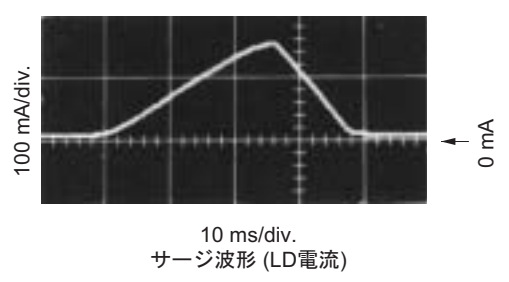
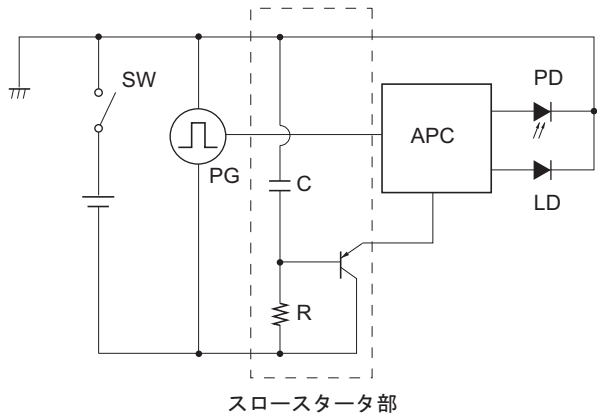
コテ先部分にリークがなく、誘導電位が生じないものであって、アースされたものが良い。

No.8 事例件名：回路動作上のタイミング設計ミスによる過電流破壊

事例内容

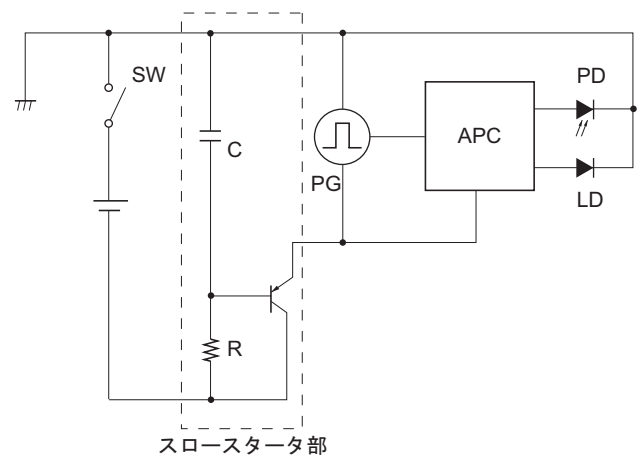
1. 現象
 下図のような回路で、電源のSWをONしたところLDが破壊した。

2. 原因
 スロースタート部のCR時定数が大きく、APC (Automatic Power Control) 回路の立ち上がりが遅れ、LDに過電流が流れ破壊した。



対策法

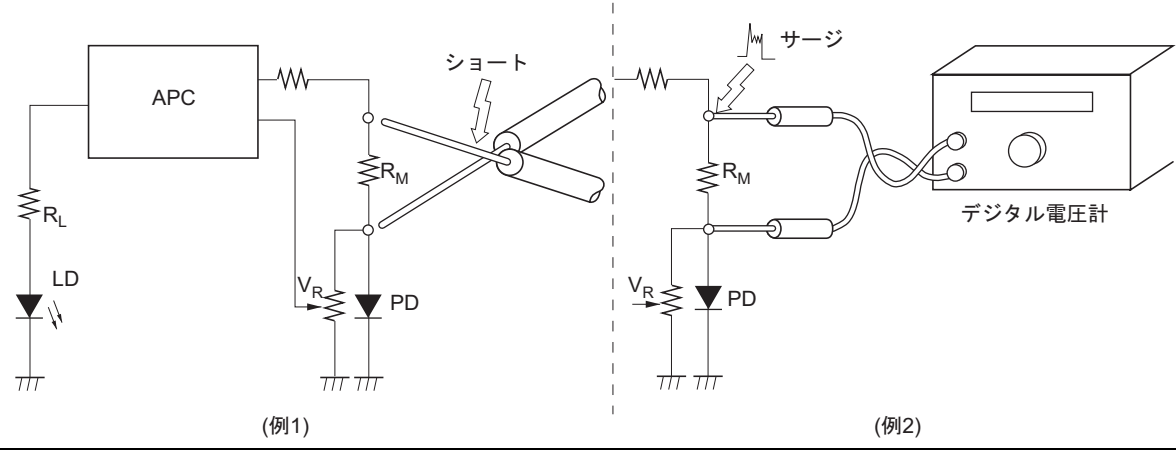
PG (パルス発振) 部をスロースタート部の後段に入れ、APC 回路と PG の電源の立ち上がりを同じにする。



No.9 事例件名 : APC (Automatic Power Control) 回路チェック時の過電流破壊 (1)

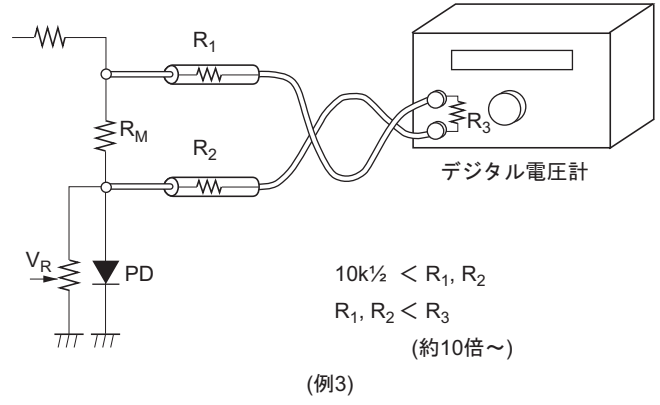
事例内容

1. 現象
APC 回路において、光出力のチェックのためデジタル電圧計で、モニタ電圧を測定したところ、LD が破壊した。
2. 原因
 - (1) 電圧計のプローブ同士 (+/-) が接触 (ショート) したため、LD に過電流が流れ破壊した。
(例 1)
 - (2) APC 回路が非常に敏感なためプローブと回路端子の接触時に、電圧計よりのサージで、モニタ出力が減少したために LD に過電流が流れて破壊した。(例 2)



対策法

APC 回路動作中は、端子を外部より接触する形での回路チェックを行わない。モニタする場合は、該当端子にあらかじめ (回路動作前から) 測定器を接続しておく。(例 3)

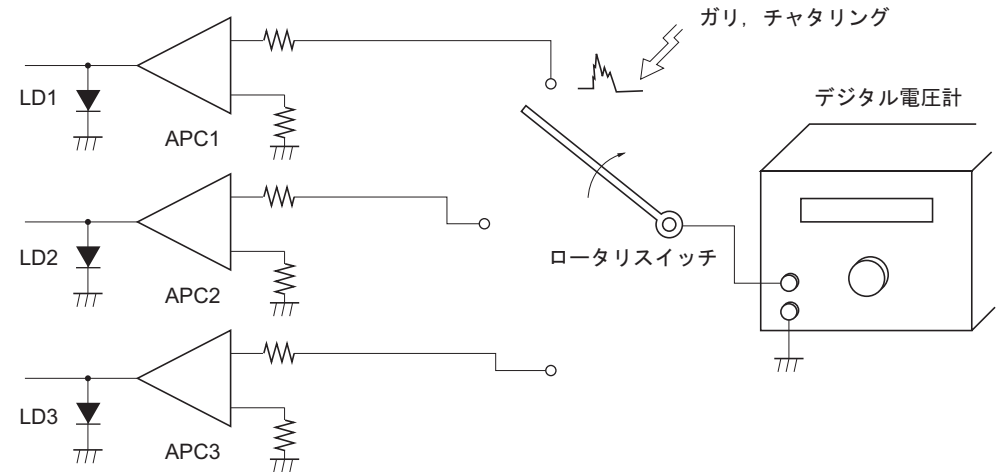


No.10 事例件名 : APC (Automatic Power Control) 回路チェック時の過電流破壊 (2)

事例内容

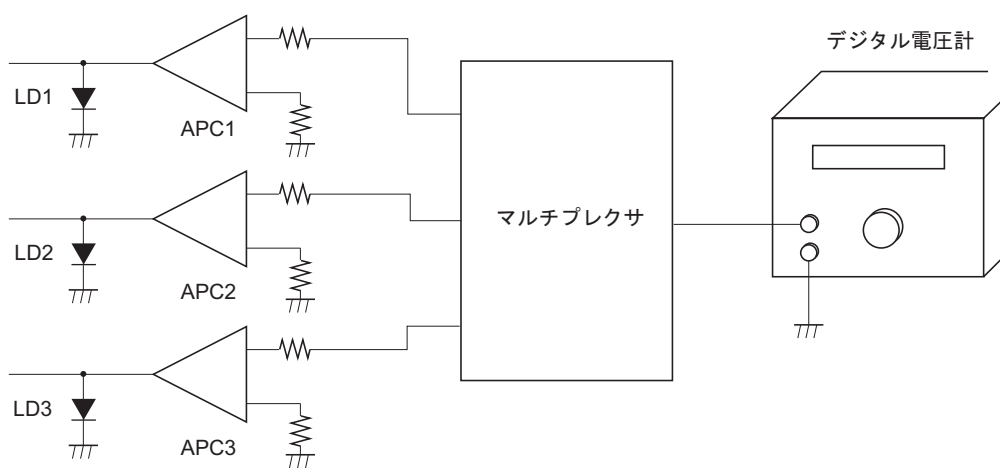
1. 現象
複数の APC 回路の動作状態をチェックするため、ロータリースイッチを用いたモニタ端子の切換を行なったところ、LD が破壊した。

2. 原因
ロータリースイッチ切換、端子接触時に、そのガリ、チャタリングにより LD に過電流が流れ破壊した。



対策法

複数の APC 回路をチェックする場合は、マルチプレクサなどを用い、機械的な接触を行なわない。



No.11	事例件名：室内プッシュホン回線 AM 交換機からのサージによる破壊
事例内容	
<p>1. 現象 作業場は、導電マット、人体アース等整備していたが、LD 組立および通電試験中に、LD 破壊が発生した。</p> <p>2. 原因 同一作業場内の作業場所付近に、室内プッシュホン回線の AM 交換機があり、回線の切換時にサージが発生、これが LD の駆動回路ラインへ飛び込み、破壊した。</p> <div data-bbox="438 577 1157 963" data-label="Image"> </div>	
対策法	
<p>(1) AM 交換機をシールドし、サージが交換機外へ飛ぶのを防止する。</p> <p>(2) AM 交換機のような、電気回路の切換機能をもった装置を LD 作業場内に設置しない。</p>	

サージ破壊防止マニュアル

発行年月 2008年9月 第1版
発 行 日本オプネクスト株式会社 情報・産業デバイス本部
〒384-8511 長野県小諸市柏木190



■日本オブネクスト株式会社
〒101-0032 東京都千代田区岩本町1丁目3番9号 高木ビル3階
代表番号 (03) 3865-5591
■詳細は下記ホームページをご覧ください。
<http://www.opnext.com/jp/products/>



● 製品仕様は、改良のため変更することがあります。

©2008 Opnext Japan, Inc., All rights reserved. Printed in Japan.
Colophon 4.0