

# 静電気を吸収するチップバリスタ

TDK株式会社 センサアクチュエータビジネスグループ 築田 壮司

## 1 | ESD対策の必要性

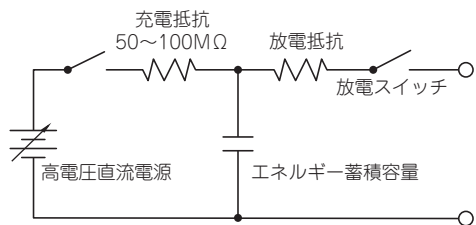
電子機器の小型化・低消費電力化が進むに従い、静電気に対する耐性がクローズアップされてきました。静電気は機器の入出力部分やボタン、筐体の隙間などから侵入し、誤動作や内部回路の破壊など深刻な問題を引き起こします。そのため、一般電子機器や自動車などで静電気放電（ESD：Electro-Static Discharge）に対するイミュニティ規制が高まっており、チップバリスタやツェナーダイオードなどの静電気保護部品を用いた対策が必須となってきています。

## 2 | 静電気とは

### ■ 静電気試験モデル

図1に静電気試験モデルを示します。

図1



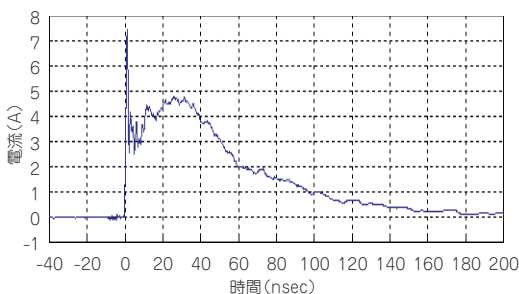
人体モデルでは、エネルギー蓄積容量:150pF、放電抵抗:330Ωとなります。

最初、左側のスイッチを閉じコンデンサに電気を貯めます。その後、（左側のスイッチを開き）右側のスイッチを閉じ、コンデンサに貯めたエネルギーを放出させることで静電気放電を模擬します。エネルギー蓄積容量と放電抵抗の組み合わせは、想定するESDによりさまざまなモデルが存在します。IEC61000-4-2の場合、人体モデル（Human Body Model）としてエネルギー蓄積容量：150pF、放電抵抗：330Ωという値で規定されています。その他、セットメーカー各社で独自のESD試験仕様があり、ESDチャージ電圧や印加回数についてもさまざまな要求があります。またIEC61000-4-2内に、湿度とESDチャージ電圧との関係が示されているように、工程内と市場では環境が異なるため、それぞれの環境に適したモデル・条件を規定し評価する必要があります。

### ■ 静電気放電波形の特徴

図2に代表的な静電気放電波形（充電電圧が2kVの人体モデル）を示します。

図2

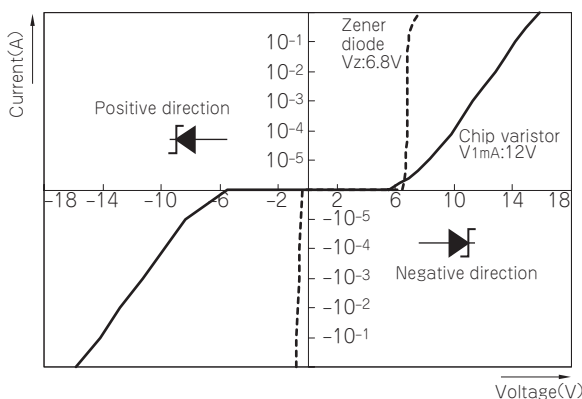


立ち上がり時間が1nsec以下と速く、またピーク電流が7.5Aと非常に大きいことがわかります。

## 3 | チップバリスタ製品特性

図3にチップバリスタおよびツェナーダイオードの電流-電圧特性を示します。

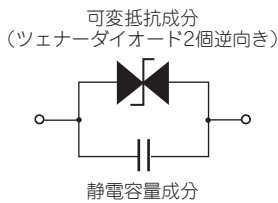
図3 電流-電圧特性例



これらの素子は非線形特性を持っており、素子に加わる電圧によって素子自体の抵抗値が変動するという特性を利用し、ノイズをGNDにパスさせ後段の回路を保護する素子です。回路上ではラインとGNDの間に配置して使用します。

図4にチップバリスタの等価回路を示します。

図4 バリスタ素子の等価回路



ツェナーダイオード2素子を逆向きにシリーズ接続したものと、静電容量成分が並列で接続された回路になっています。定常状態（ツェナーダイオード側のパスの抵抗値が非常に大きい場合）、チップコンデンサのような静電容量をもった素子のように振舞いますが、ESDなどの印加時には、ツェナーダイオード側のパスの抵抗値が低抵抗に変動し、ESDなどをクランプします。図3のツェナーダイオードとチップバリスタの電流－電圧特性を比較すると、立ち上がり特性（傾き）が大きく異なることが分かります。しかし、電流－電圧特性が急峻であることとESDクランプが優れていることは必ず当てはまるわけではありません。ツェナーダイオードとバリスタを比較評価する場合、実際にESDを打ち込んだ際のクランプ特性で評価する必要があります。

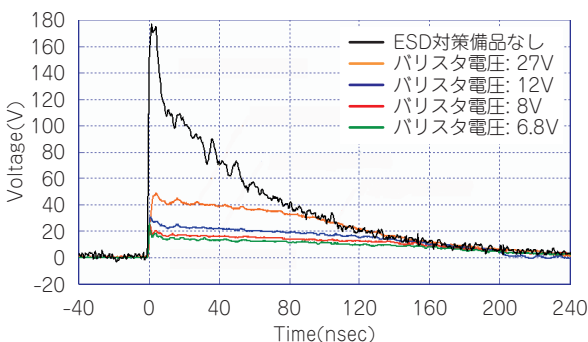
#### 4 | チップバリスタ選定方法

##### ■ バリスタ電圧による選定

チップバリスタを選定する際の注意点、キーポイントについて説明します。

チップバリスタを使用する際一番の目的は、機器のESDに対する耐量をアップさせることです。選定の際のキーポイントとしては、保護しなければいけない回路の電圧値に対し、できるだけバリスタ電圧の低いアイテムを選定することです。TDKでは6.8Vまでの低バリスタ電圧タイプをラインナップしています。図5にバリスタ電圧別のESDクランプ特性を示します。

図5 測定波形 (ESD電圧=1kV)



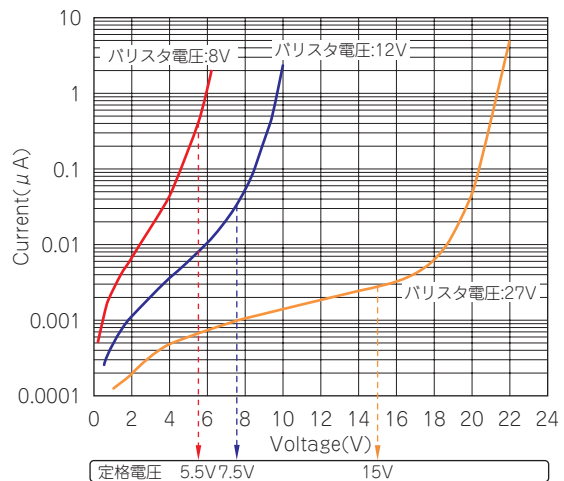
一般に、バリスタ電圧が低いアイテムほどESDクランプ効果が高く、また、同様のバリスタ電圧であれば、静電容量の大きなアイテムほどESDクランプ効果が高い傾向があります。ESD対策部品

が無い場合に比べ、チップバリスタを使用することで電圧を抑制していることが分かります。

##### ■ リーク電流による選定

チップバリスタを選定する際の注意点2つめは、回路上でのリーク電流が低いアイテムを選定することです。ESD対策の必要性が高まっている理由のひとつとして、携帯電子機器の増加や小型化の要求がありますが、搭載されるバッテリーでできるだけ長時間の使用が可能になるよう、部品レベルでのリーク電流に関する要求も厳しくなっています。選定の際のキーポイントは、使用する回路電圧よりもチップバリスタで規定されている定格電圧(最大許容回路電圧)が高いアイテムを選定します。図6にバリスタ電圧別の電流－電圧特性を示します。

図6



一般にバリスタ電圧が小さいアイテムほど定格電圧が低く、リーク電流が大きくなる傾向があります。前述のESDクランプ特性の良いアイテムの選定とは、逆行する傾向があり注意が必要です。

##### ■ 静電容量による選定

チップバリスタを選定する際の注意点3つめは、伝送信号への影響を考慮したアイテム選定をすることです。USB等の高速信号ラインへの対策の場合、信号品質への影響の低いアイテムを選定する必要があります。選定の際のキーポイントは、チップバリスタのカットオフ周波数が信号周波数に対し、約3～5倍以上のアイテムを選定することです。一般に5倍高調波まで伝送できれば、信号品質としては問題ないと言われており、このような基準を設けましたが、実際にはICからの出力波形や基板・コネクタの影響により、部品に求められる特性が厳しくなる可能性もあります。このキーポイントについても、前述のESDクランプ特性の良いアイテムの選定とは、逆行する傾向があり注意が必要です。図7はカットオフ周波数別アイテム（静電容量の大小）での伝送波形を示したものです。使用した元波形はUSB2.0 ハイスピード480Mbpsです。第5高調波以上のカットオフ周波数をもつアイテムでは、ESD保護素子のな

いアイテムに対し信号波形に殆ど変化が見られなかったのに対し、第5高調波に比べ、カットオフ周波数が低いアイテムでの信号波形は、マスクとのマージンが小さくなっていることが分かります。

図7

