

解 説

1. 定格と使用法

1. ハセテックパワー半導体電源ユニットの種類

パワー半導体電源ユニットとは、1個以上の半導体素子をヒートシンクと共に1つの組み立てユニットに納め、半導体素子を容易に使用できるようにした複合ユニットです。当社ユニットには、次のような種類があり、それぞれの用途に応じてご使用頂けます。

(1) ダイオードユニット

ダイオードユニットには、一般用センタータップユニット、高速用センタータップユニット、一般用ブリッジユニット、アバランシェダイオードユニット、高耐圧ダイオードユニット、ショットキバリアダイオードユニットなどがあります。

(2) サイリスタユニット

サイリスタユニットには、交流制御用ユニットと整流制御用ユニットがあります。両者ともに、モジュール型、平型のサイリスタを使用したユニットがあります。入力電圧110V、220V、440Vに対応し、各種の電流容量を取りそろえておりますので、用途に応じた選択ができます。出力電流は、一般的周囲温度で、自冷時と風冷時（平均風速：5 m/s）の電流値を掲載してありますので、使用条件に応じ、低減あるいは増加してご使用ください。

また、サイリスタのみ、ダイオードとサイリスタ、高速サイリスタのみ、高速サイリスタと高速ダイオードなどいろいろな組み合わせのユニットをご希望に応じて製作しております。

(3) サイリスタコントロールユニット

サイリスタコントロールユニットには、三相整流制御用と三相交流制御用があり、三相電源を接続すれば簡単に出力が制御できます。制御方法としては、オープンループによる位相制御、フィードバックループによる定電圧制御、定電流制御、モータの速度制御、ヒータの温度制御など多用途でご使用頂けます。また両者ともに、スタッド型、平型素子を使用したコントロールユニットがございます。入力電圧220V、440Vに対応し、各種の電流容量をそろえておりますので、用途に応じた選択ができます。単相整流制御用および単相交流制御用も対応しております。

(4) IGBTスタック

IGBTスタックは、IGBTのみ、IGBTと整流素子、その他ご要求に応じて、IGBTを含むいろいろなスタックを製作しております。

2. 型名付与法

例1

$\frac{650}{\textcircled{1}}$ $\frac{L}{\textcircled{2}}$ $\frac{D}{\textcircled{3}}$ $\frac{4}{\textcircled{4}}$ $\frac{B}{\textcircled{5}}$ $\frac{20}{\textcircled{6}}$ (ダイオードユニット)

①平均電流値 (ダイオード素子単体)

②ピーク繰り返し逆電圧値 (ダイオード素子単体—表1による)

③H……………高速型 F……………アバランシェ型

 D……………一般用

④使用素子数

⑤回路構成 (表2による)

 例: B……………単相ブリッジ C……………センタータップ P……………三相全波

⑥追番号

例2

$\frac{CU}{\textcircled{1}}$ $\frac{25}{\textcircled{2}}$ $\frac{U}{\textcircled{3}}$ $\frac{3}{\textcircled{4}}$ $\frac{A}{\textcircled{5}}$ $\frac{31}{\textcircled{6}}$ (サイリスタコントロールユニット)

①CU……………サイリスタコントロールユニット

②平均オン電流値 (サイリスタ単体)

③ピーク繰り返し逆電圧値 (サイリスタ単体—表1による)

④使用素子数

⑤回路構成 (表3による)

 A……………三相ブリッジ B……………単相ブリッジ

 H……………単相逆並列 S……………三相逆並列

⑥追番号

例3

$\frac{SF}{①}$ $\frac{256}{②}$ $\frac{G}{③}$ $\frac{2}{④}$ $\frac{H}{⑤}$ $\frac{20}{⑥}$ (サイリスタユニット)

- ① SF……………一般用サイリスタ
MSG…………サイリスタモジュール
- ② 平均オン電流値 (サイリスタ単体)
- ③ ピーク繰り返し逆電圧値及びオフ電圧 (サイリスタ単体—表1による)
- ④ 使用素子数
- ⑤ 回路構成 (表3による)
A…………三相ブリッジ B…………单相ブリッジ
H…………单相逆並列 S…………三相逆並列
- ⑥ 追番号

表1 逆電圧 (順電圧)

文 字	ピーク繰り返し 逆 電 圧 値	文 字	ピーク繰り返し 逆 電 圧 値	文 字	ピーク繰り返し 逆 電 圧 値
Z	25V	U	1600V	GY	40000V
A	50"	V	1700"	HY	50000"
B	100"	W	1800"	JY	60000"
C	150"	X	1900"	KY	70000"
D	200"	Y	2000"	LY	80000"
E	250"	EX	2500"	MY	90000"
F	300"	YK	2700"	NY	100000"
G	400"	FX	3000"	PY	110000"
H	500"	GX	4000"	QY	120000"
J	600"	HX	5000"	RY	130000"
K	700"	JX	6000"	SY	140000"
L	800"	KX	7000"	TY	150000"
M	900"	LX	8000"	UY	160000"
N	1000"	MX	9000"	VY	170000"
P	1100"	NX	10000"	WY	180000"
Q	1200"	QX	12000"	XY	190000"
R	1300"	TX	15000"	YY	200000"
S	1400"	YX	20000"		
T	1500"	FY	30000"		

表2 回路構成

回路名	回路構成				
	基本回路		直列接続のもの		並列接続のもの
	5項の文字	回路構成	5項の文字	回路構成	5項の文字
単相半波	D		D		Z
単相センタータップ	E		E		
	F		F		
倍電圧	G		G		
三相半波	J		J		
単相ブリッジ	B		B		
単相磁気増幅器用ブリッジ	L		L		
単相磁気増幅器用ブリッジ	N		N		

表2 回路構成のつづき

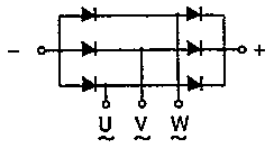
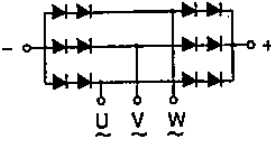
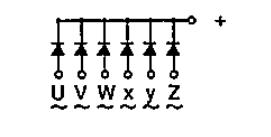
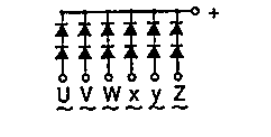
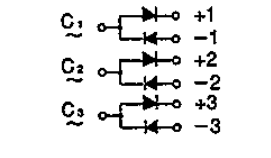
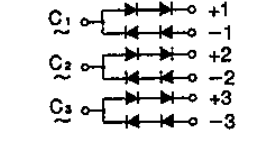
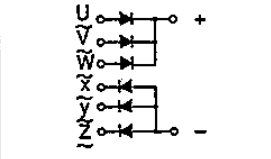
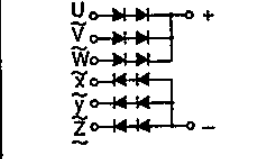
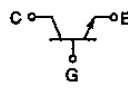
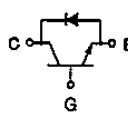
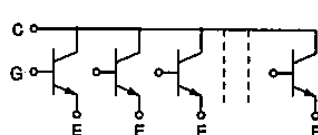
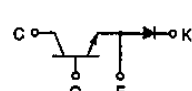
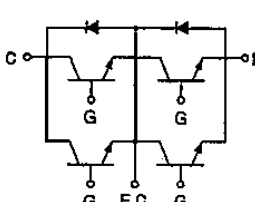
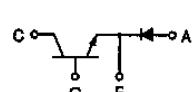
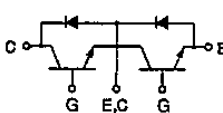
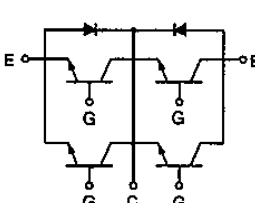
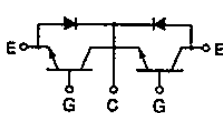
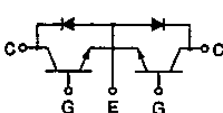
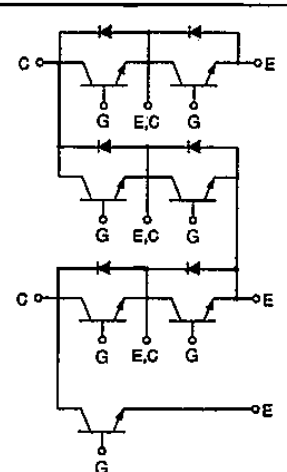
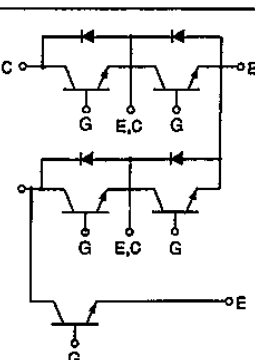
回路名	回路構成				並列接続のもの 5項の文字
	基本回路		直列接続のもの		
	5項の文字	回路構成	5項の文字	回路構成	
三相全波	P		P		Z
六相半波	Q		Q		
三相磁気増幅器用ブリッジB	T		T		
三相磁気増幅器用ブリッジB	U		U		
その他	Z		Z		

表 3

サイリスタスタック		混合サイリスタスタック	
5項の文字	回路	5項の文字	回路
A	三相ブリッジ 		
B	単相ブリッジ 	H	単相混合逆並列
D	単相半波 	BA	単相混合ブリッジ
E	単相センタータップ 		
F	単相センタータップ 	BB	単相混合ブリッジ
G	単相センタータップ 		
H	単相逆並列 	P	三相混合ブリッジ
J	三相全波 		
Q	三相逆並列ブリッジ 		
R	単相逆並列 		
S	三相逆並列 	S	三相混合逆並列
Z	上記以外の回路	Z	上記以外の回路

文字	回路構成	文字	回路構成
D	 (n個)	D	 (n個)
P	 (n個パラ)	E	 (n個)
G	 (2S-2P)	F	 (n個)
		G	 (2S)
H	 (2S-2P)	H	 (2A)
		J	 (2A)
A	 (三相用)	B	 (単相用)
Z	その他		

3. 半導体素子信頼性の概念

素子の信頼性が高いということは、それが部品の一部として機器に使用されているとき、「目的とする

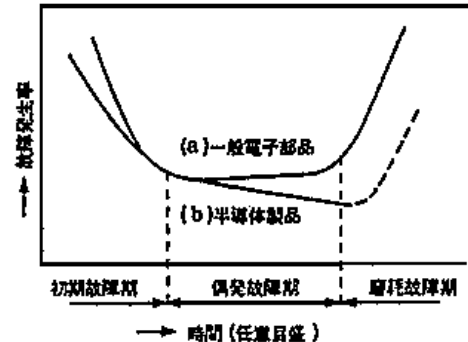
機能を規定された時間、故障なく安定に動作すること」で、更に必要に応じ差し換えに当たり電気的特性の互換性が容易に得られるような素子であることです。

信頼性を定量的に表す場合、信頼度または故障率として扱い、時間を一つの変数とする分布関数として表現し、指数分布、ワイブル分布が半導体製品には良く適用されています。

図2は一般電子部品と、半導体製品に発生する故障を時間のパラメータで表したもので、ある一定の傾向を示すことが従来より知られております。

これを3つの期間に分けてそれぞれ

- ・ 初期故障期 (Initial Failure)
- ・ 偶発故障期 (Random Failure)
- ・ 摩耗故障期 (Wearout Failure)



と呼んでいます。

特に半導体製品は偶発故障期に故障発生率の漸減減少がみられる

図2 故障発生率の時間経過

ことが特長ですが反面、故障はランダムに発生することを意味しますので、この故障発生を極力小さくすることが課題となります。

半導体製品の信頼度を表すとき、いろいろの分布関数で近似して表しますが、電子部品の寿命分布で一番基本的な分布形態である指数分布を仮定した場合の信頼度関数 $R(t)$ は次式で表すことができます。

$$R(t) = \exp(-\lambda t)$$

また瞬間故障率 $\lambda(t)$ 、平均寿命 μ は

$$\lambda(t) = \lambda \quad (\text{時間的に変化せず一定})$$

$$\mu = 1 / \lambda$$

そして、 $\mu = 1 / \lambda = \text{MTTF}$ ともいいます。

通常半導体製品の故障率は、時間(t)=1000 時間を取り、%/1000 時間で表すのが一般的です。

また、フィールドデータや故障率予測では故障が非常に少なく、故障率が小さいことから、この値の $1/10^4$ (%/1000 時間) = 10^{-9} (故障/時間) を 1 Fit という単位で表します。

4. 使用上の留意点

半導体素子の信頼性は素子自体で扱うことよりも、むしろ必然的に加えられる動作上のストレスと、使用環境上のストレスを加味して取り扱わなければならない事項です。これらは相互に密接な関係にあり、より高信頼度でご使用いただくため、諸要因のうち主要なものについて、説明します。

素子が使用される回路の電圧、電流、周波数や機器としての使用環境条件は、信頼度を左右する大きな要因です。使用する回路に応じて適切な素子の選択と回路設計により、動作点を設定しなければなりません。

素子の故障率は、温度に著しく影響を受けることが知られており、温度が高くなるにつれて故障率も増大します。

また、サージ電圧の印加や特性の偏差に注目すべきで、設計にあたっては特性変動許容限界値を緩め、余裕をもたらすことができれば、素子の寿命については機器としての寿命を大幅に延ばすことが可能になります。比較的大きな電圧、電流を扱う整流素子やサイリスタ類は、電圧よりも電流が大きいことから、その電力消費も大きくなります。

この電力消費は、素子に発熱をもたらし、特性的にも信頼性面においても好ましくなく、効率良く放熱し、素子接合部温度を所定値以下にしなければなりません。

これら素子を高い信頼度で、ご使用いただくため、規定の電圧、電流、周波数、温度に対し、素子の最大定格をディレーティングしてのご使用をお勧めします。しかし、ディレーティングは信頼性と経済性との妥協点がありますので、一律に決めることは困難ですが、一般には次のディレーティングを推奨します。

電圧：最大定格に対して50%以下

電流：最大定格に対して70～80%以下