

桜の便りもちらほら聞かれ、温かさが増し陽気が良くなってきました。
今月も先月に続きまして IGBT 素子の並列接続について述べてまいります。先月号は並列駆動時の素子駆動用ゲートドライバ回路について述べましたが、今月は主回路配線について述べてまいります。

1) 主回路配線の対称性とその必要性

1-1) 配線の均等化

並列接続する IGBT のコレクタ側配線、エミッタ側配線を各々均等にし、各インダクタンスのバランスを保つことが必要です。

図1は、2ヶ並列を例にし、主回路配線インダクタンスも含めて表わした並列回路の構成図です。

各コレクタ側には、配線インダクタンス L_{CA} 、 L_{CB} が有り、エミッタ側には L_{EA} 、 L_{EB} が存在します。

IGBT(A)、及び(B)がオンすると、各コレクタ電流のターンオン時の電流は、素子特性のバラツキ以上にインダクタンスのバラツキに左右されて発生します。

この電流バランスは、ほぼインダクタンス比により決定されますので、配線の対称性を確保する(=インダクタンス値を一致させる)ことが必要です。例えば図1において、 L_{CA} 、 L_{CB} のバランスが崩れていて ($L_{CA} > L_{CB}$)、IGBT(A)の $V_{CE(sat)}$ 値が小さい場合、電流分担は図2の様になります。

特にエミッタ側配線 L_{EA} 、 L_{EB} のアンバランスは、IGBTのゲート電圧に影響し電流バランスを増加させるので注意が必要となります。

1-2) 配線による電流アンバランスの発生期間

図2に示すように、ターンオン時にいったん発生した電流アンバランスは、IGBT オン定常時に均等化されていき、 $V_{CE(sat)}$ で決まる値 I_{cA} 、 I_{cB} にバランスしていきます。

このようなアンバランス電流の均等化に要する時間は、並列回路を構成する閉ループ内のインダクタンスと IGBT 素子の動作抵抗による $L-R$ 回路での減衰として求められます。素子の動作抵抗値 r_{on} は、出力特性カーブから容易に求められ、例えば当社 MBN300GS12AW の1アームでの場合、

$r_{on} = 4.2m\Omega$ ($T_j=25^\circ C$ 、 $1/2$ 定格電流時)となります。また、並列構成時のループインダクタンス ($L_{CA} + L_{CB} + L_{EA} + L_{EB}$) を $100nH$ と仮定すれば、アン balan

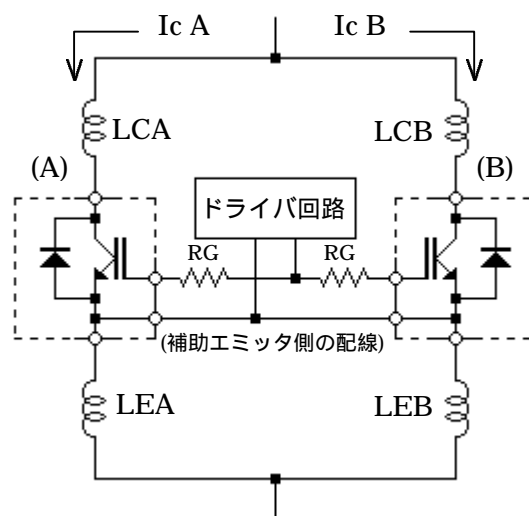


図1、並列接続時の主配線インダクタンス L_{CA} と L_{CB} 、 L_{EA} 、 L_{EB} を均等にする為の配線方法が必要

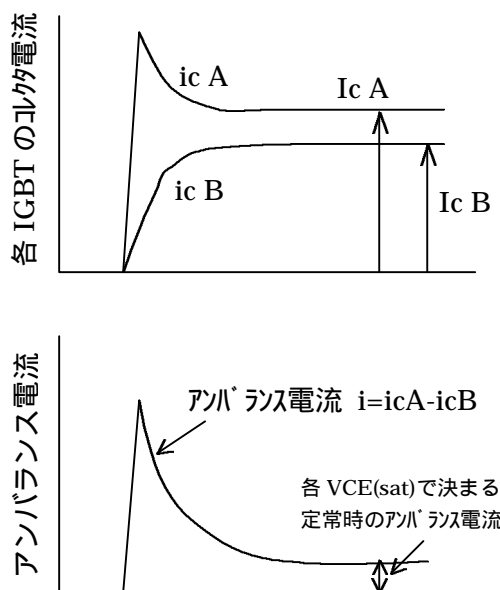


図2 . アンバランス電流の均等化

ス電流の均等化は、(1)式で求まる時定数 で進むことになります。

$$t = \frac{100nH}{4.2m\Omega \times 2} \quad 12 \mu s \dots (1)$$

電流変化の安定度を の3倍(約95%まで変化)と考えると、ターンオン後の36μsの期間において電流バランスはVCE(sat)では決まらないという事になります。

従って、キャリア周波数が高い場合やオン期間が短い場合等は、そのほとんどの期間においての電流バランスは配線(形状も含む)により決定されてしまいます。

1-3) 配線の例 (1 in 1 素子の例で示しますが、2 in 1 素子でも基本的な考え方は同様です)

図3は1 in 1 モジュールの2並列を例にしたもので、上下アームを1ユニット化しております。直流電源ラインに対して、ゲート配線は相互誘導を受けないように直交させる、もしくは離すように構成します。また、ゲート配線はそれ自体のインダクタンスが極力小さくなる様に、密なツイストペア線にする等の処理を行って下さい。

図3での配線は銅ブスバーにより主配線を構成した例ですが、並列数に応じた主回路電源コンデンサを同図の様に配置すれば、ラミネートブスバー(P, N各々を板配線とし、絶縁を保たせながら張り合わせて構成したもの)によるハード構成でも電流バランスは取りやすくなります。尚、各出力端子の配線のバランスについても均等になるようにして下さい。

並列使用でのゲート配線については本方式に限らず、次の注意点についてご留意下さい。

- a) 各ゲート配線と主回路配線においては、その相互誘導や高電位差によるノイズの発生を防止するため直交配線とする事や配線間の距離を確保して下さい。
 - やむを得ず平衡配線となる場合は、ゲート配線部の低インダクタンス化を実施して下さい。
 - b) 上下アームのゲート線には高電位差があるため、その距離を十分確保して下さい。
 - c) 上下アームのゲート配線は、各ドライバまでの配線長さを揃え、各々のインダクタンス値を一致させて下さい。(ゲート配線はツイストペア線とし、長さを揃える等)
- 尚、スナバ回路は各モジュールのC E間に接続し、サージ電圧の抑制を行います。

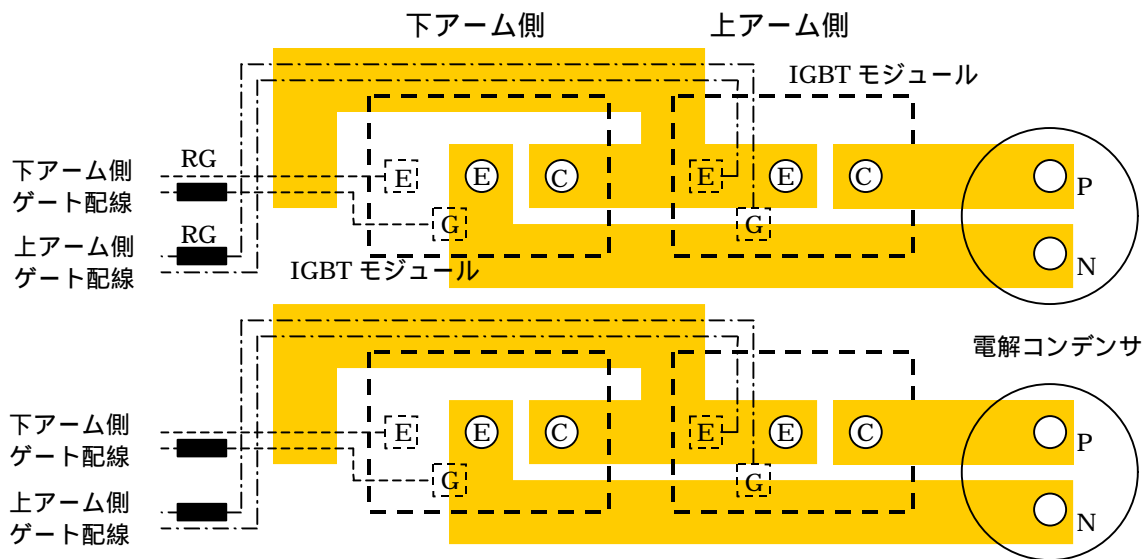


図3. 並列接続配線例 (1 in 1 モジュール2 並列での例)

安全に関する注意

製品ご使用の前に個別製品の「安全上のご注意とお願い」をよくお読みの上、正しくご使用下さい。

お願い

本資料に記載された情報・製品や回路の使用に起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては株式会社日立製作所は一切その責任を負いません。
 本資料によって第三者または株式会社日立製作所の特許権その他権利の一部を許諾するものではありません。
 本資料の一部または全部を当社に無断で転載または複製することを堅くお断りします。
 本資料に記載された製品(技術)を国際的平和および安全の維持の妨げとなる使用目的を有する者に再提供したり、またそのような目的に自ら使用したり第三者に使用させたりしないようにお願いします。なお、輸出などされる場合は外為法の定めるところに従い必要な手続きをおとりください。

代理店