

日立パワーデバイス技術情報 PD Room

秋も深まりまして山は紅葉の見ごろでしょうか。

今月のPD Roomは先月に引き続きましてIGBT素子でのデットタイム()について述べます。

今月のテーマは

『IGBTのスイッチング波形と

スイッチング遅延時間($t_{d(on)}$ 、 $t_{d(off)}$)の計算式』です。

1) スwitching時の各波形

(* t_1 , * t_3 はドライバ出力遅延時間)

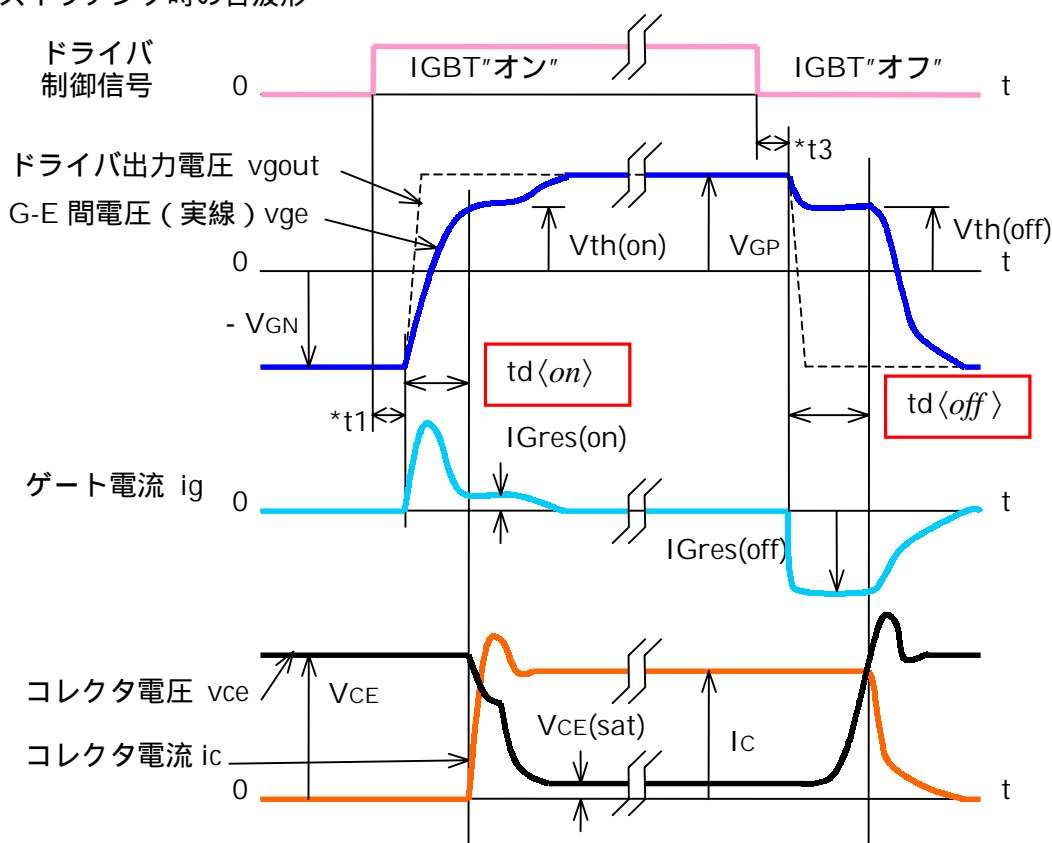


図1. ターンオン、ターンオフ各スイッチング波形 (誘導性負荷スイッチング時)

2) スwitching遅延時間の算出 (式中 V_{GP} , V_{GN} は正の値とします。)

ターンオン時においては、ドライバー出力電圧 v_{gout} が $-V_{GN}$ から V_{GP} に変化し、ゲート入力容量 C_{ies} が充電され、ゲート電圧 v_{ge} がゲードしきい値電圧 (V_{th}) 以上となってコレクタ電流 i_c が流れ始めます。

i_c が流れ始めた直後、帰還容量の影響でゲート電圧はコレクタ電流 I_c で決定される電圧 $V_{th(on)}$ で暫くの間(数 μsec)一定値を保ち、ゲート電流 $I_{Gres(on)}$ ((1)式)により帰還容量を放電します。

$$I_{Gres(on)} = (V_{GP} - V_{th(on)}) / (R_G + Z_{on}) \dots (1)$$

ここで Z_{on} はドライバのオンゲート電圧出力インピーダンス

また、コレクタ電流が流れはじめるまでの時間、すなわちターンオン遅延時間 $td(on)$ は

$$td(on) = -(RG + Zon) \cdot Cies \cdot \ln\left\{\frac{VGP - Vth(on)}{VGP + VGN}\right\} \cdot \dots \cdot (2)$$

(注意：ここでの $td(on)$ は、ゲート電圧が $(-VGN)$ からの遅延時間であり、狭幅制御信号入力によりゲート電圧が中間電圧となる場合は、 VGN をその電圧に置き換える必要があります。)

ターンオフ時では、 $Cies$ の放電によってオフへ移行するが、 vge が一旦 Ic に依存した電圧 $Vth(off)$ で一定となりコレクタ電圧 vc が電源電圧 VCE となるまでゲート電流 $IGres(off)$ ((4)式) により帰還容量が充電されます。 $vce=VCE$ となつてはじめてコレクタ電流 Ic が減少してゆきます。

$$IGres(off) = (VGN + Vth(off)) / (RG + Zoff) \cdot \dots \cdot (3)$$

ここで $Zoff$ はドライバのオフゲート電圧出力インピーダンス

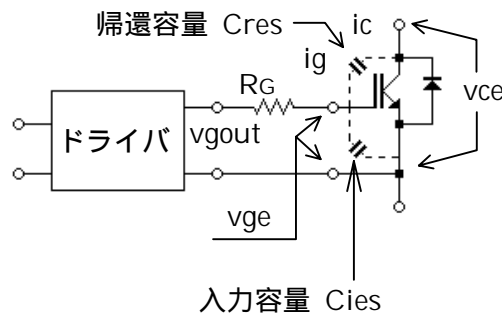
ターンオン遅延時間は帰還容量が VCE まで充電される時間 $td(off)$ であり、次式で求められます。

$$td(off) = -(RG + Zoff) \cdot (Cies + Cres(0)) \cdot \ln\left\{\frac{VGN + Vth(off)}{VGP + VGN}\right\} + \frac{QGQ}{IGres(off)}$$

$$= -(RG + Zoff) \cdot 3Cies \cdot \ln\left\{\frac{VGN + Vth(off)}{VGP + VGN}\right\} + \frac{QGQ}{IGres(off)} \cdot \dots \cdot (4)$$

ここで $Cres(0)$ は $VCE = 0V$ での帰還容量(ここでは $2 \times Cies$ としています)、 QGQ は帰還容量の総充電電荷量(ゲート電荷量(1))を表す。

IGBT のゲート電荷量(寄生容量)について(1)

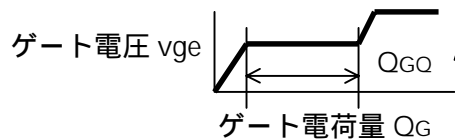


入力容量 $Cies$

電圧や温度等の依存性がなくほぼ一定値を持ちます。

帰還容量 $Cres$

電圧依存性があり一定値となりません。そこでゲート端子から見た充放電電荷量 QGQ で表現します。



安全に関する注意

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

お願ひ

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著作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著作権その他権利の一部を侵害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助け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お願いいたします。なお、輸出などされる場合はお為め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