

NGTB10N60R2DT4G

RC-IGBT アプリケーションノート

冷蔵庫コンプレッサ、ファンモータ向け



ON Semiconductor®

www.onsemi.jp

1. 初めに

RC-IGBT は Reverse Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor の略であり、FWD を同一チップにビルトインした IGBT です。インバータ回路の様に IGBT と FWD が必要な場合 1chip となるので、パッケージが小さくでき、両者は熱的なバランスもとれます。

この資料では DPak を使用した RC-IGBT の動作アプリケーションを紹介します。

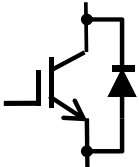
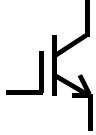
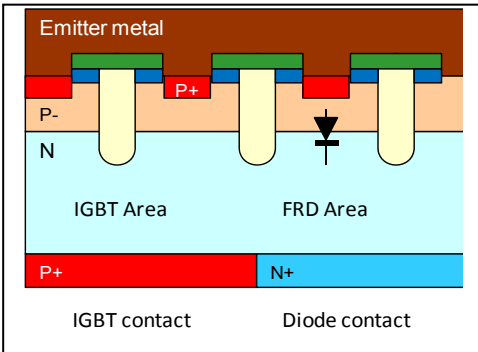
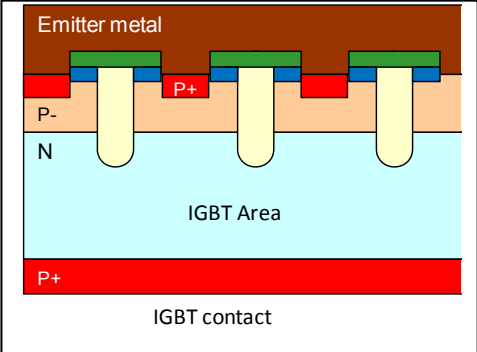
2. RC-IGBT と IGBT の断面構造 (一般説明)

表.1 に IGBT チップ との構造、動作の相似/相違点を表にまとめ、断面構造の比較を示します。

RC-IGBT は裏面の一部を N+ (高濃度の N 層) で形成することによりダイオードを形成し、回路的にはコレクタ (C) 側がカソード、エミッタ

(E) 側がアノードとなり、回路的には IGBT のフリーフォールダイオード (FWD) として機能させることができます。もちろんダイオードとしては高速設計をしており、 $t_{rr} < 90\text{ns}$ と高速性能を確保しています。さらに今回の RC-IGBT は当社の FS2 構造も取り入れた構造でありこのプロセスは RC2-IGBT と呼んでいます。

表.1 RC-IGBT と IGBT の構造比較

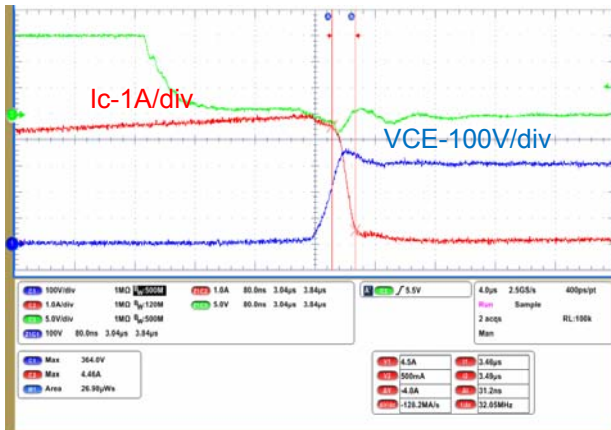
	RC-IGBT	IGBT
チップ構造	FRD エリアは裏面の P+ 層の一部 N+ 層に置換えることにより形成している	裏面一面が P+ 層となっている。FRD は別のチップ
回路記号		
チップ断面 (一般的な構造での説明)		

NGTB10N60R2DT4G アプリケーションノート

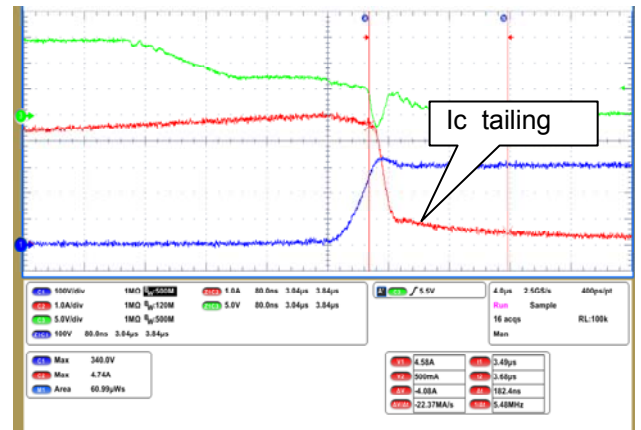
3. RC2-IGBT の高速 SW 性能について

FS2 構造は元々高速スイッチング用途例えばフルスイッチング PFC 用途の IGBT に向けて ONsemi が開発したプロセスです。この構造を今回開発した RC2-IGBT に採用することにより従来型(NPT 構造)の IGBT に比較して t_f を大幅

に改善(高速化)出来ました。動作波形例を WP.1 と 2 に示します。WP.1 が RC2-IGBT の 5A 動作時の t_f 波形であり、WP.2 の 10A スペック NPT 品に比較して高速で t_f テーリングもない動作を実現しています。



WP.1 FS2-IGBT $I_c=5A$ $t_f=31.2ns$



WP.2 NPT-IGBT $I_c=5A$ $t_f=102ns$

4. RC2-IGBT の製品ラインアップについて

RC2-IGBT は IGBT と FRD を 1 チップ にしたことで小型化出来るという特徴があるので、ONsemi ではその特徴を生かし、DPak 品を中心にラインアップを構成しています。

I_c 定格電流はコンパクトなパッケージで、NGTB03N60R2DT4G の $I_c=4.5A$ 、から NGTB10N60R2DT4G では $I_c=10A$ を実現しています。

表.2 RC2-IGBT ラインアップ

Type No.	Package	Absolute maximum ratings				Electrical characteristics / $T_a=25^{\circ}C$	FRD Electrical Characteristics /	
		VCES	I_C	I_C	I_{CP}	VCE(sat)	V_F	t_{rr}
			@ $T_c=25^{\circ}C$	@ $T_c=100^{\circ}C$	@ $T_c=25^{\circ}C$	typ	typ	typ
		[V]	[A]	[A]	[A]	[V]	[V]	[ns]
NGTB03N60R2DT4G	DPak	600	9	4.5	12	1.7(3A)	1.5	65*1
NGTB05N60R2DT4G	DPak		16	8	20	1.65(5A)	1.5	75*1
NGTB10N60R2DT4G	DPak		20	10	40	1.7(10A)	1.5	90*1
NGTB15N60R2FG	TO-220F-3FS		24	14	60	1.85(15A)	1.7	95*1

*1 $I_F=I_C(T_c=100^{\circ}C)$, $V_R=300V$, $di/dt=300A/\mu s$

5. RC-IGBTのアプリケーションマップ

冷蔵庫や動作周波数が高め(15kHz)のファンモータにも最適です。

DPAK外形のNGTB10N60R2DT4Gを中心とするアプリケーションマップを示します。
(Fig.1)

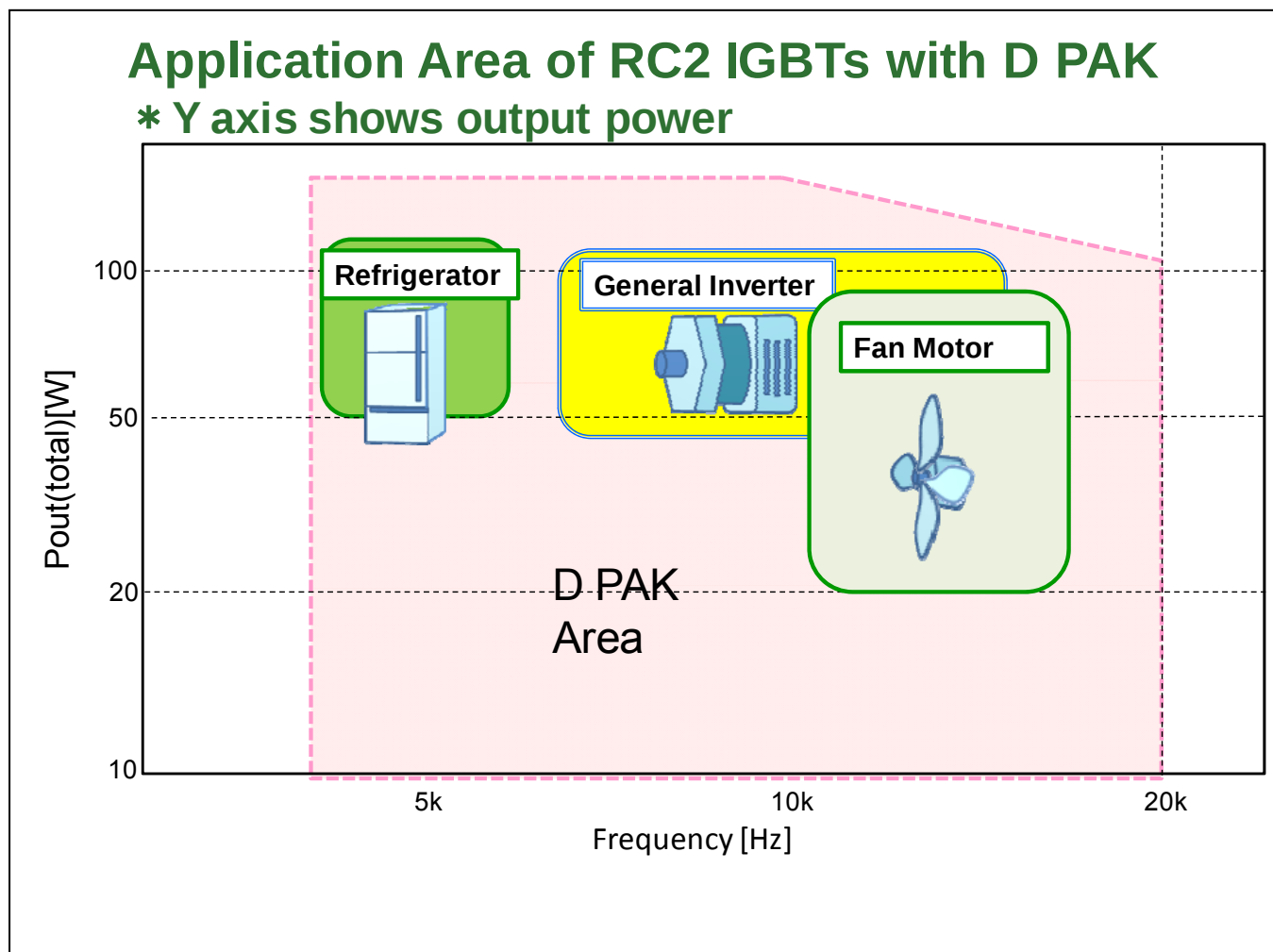


Fig.1 RC-IGBT (D PAK 品) のアプリケーションエリア

6. BLDCモータでの動作

6-1) 他社製品とのDC定格の比較

冷蔵庫のコンプレッサに使用されている他社IGBTと主なDC定格の比較を表.2に示します。NGTB05N60R2DT4G、10N60R2DT4GともA IGBTよりVCE(sat)値が低く、導通ロスを下げるができます。

表.2 IGBT DC スペック 他社との比較

	Ic[A] @Tc=100°C	VCE(sat) [V]	VF [V]
NGTB05N60R2DT4G	8.0	1.65(5A)	1.5(5A)
NGTB10N60R2DT4G	10.0	1.7(10A)	1.7(10A)
A IGBT	4.2	1.9(3A)	1.9(3A)

NGTB10N60R2DT4G アプリケーションノート

6-2) BLDCモータでの動作実験

Fig.3の回路構成で3相BLDCモータを駆動した時の動作温度特性をFig.2に示します。(120° PWM駆動、 $f_c=6.8\text{kHz}$) PCBに実装された各IGBTの動作温度 T_c を測定した結果です。上記DC定格の様に、IGBT AよりVCE(sat)が低いNGTB 05N60R2、10N60R2とも温度が下がっています。特に定格電流の大きいNGTB10N60R2DT4Gは、05N60R2DT4Gより更に5~8 °Cも温度が下がっており、10N60R2DT4Gであれば、セットは更に

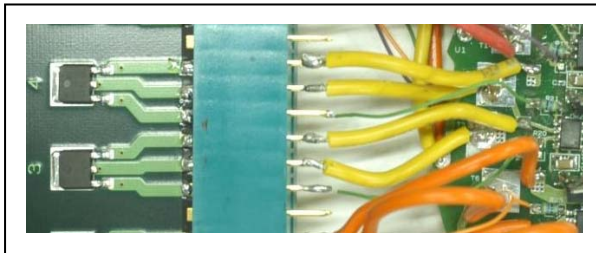


Photo.1 動作検討基板(一部)

大きい出力が可能になります。冷蔵庫であればより容量の大きいセットをカバーできることになります。

測定基板の素子実装状態と動作検討基板(一部)をPhoto.1に示します。

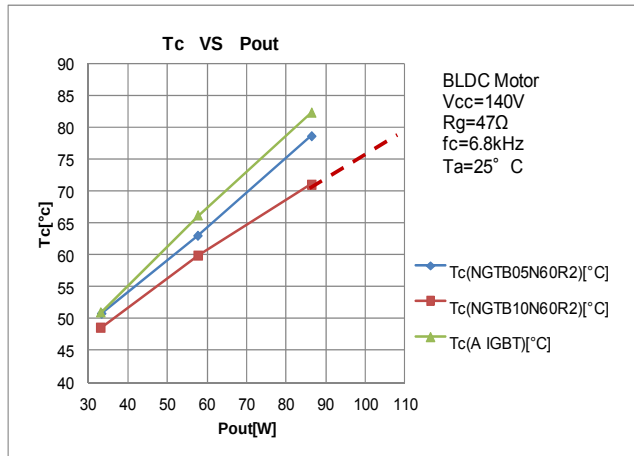


Fig.2 動作特性 T_c VS P_{out}

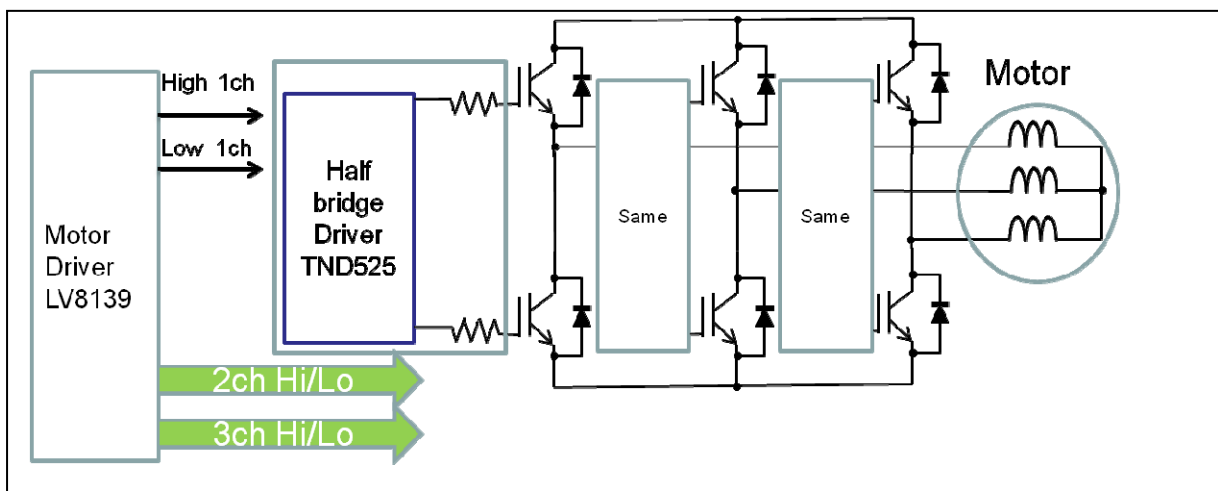


Fig.3 動作回路ブロック

NGTB10N60R2DT4G アプリケーションノート

ON Semiconductor及びONのロゴは、Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) 若しくはその子会社の米国及び/または他の国における登録商標です。SCILLCは特許、商標、著作権、トレードシークレット(営業秘密)と他の知的所有権に対する権利を保有します。SCILLCの製品/特許の適用対象リストについては、以下のリンクからご覧いただけます。www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf。SCILLCは通告なしで、本書記載の製品の変更を行うことがあります。SCILLCは、いかなる特定の目的での製品の適合性について保証しておらず、また、お客様の製品において回路の応用や使用から生じた責任、特に、直接的、間接的、偶発的な損害に対して、いかなる責任も負うことはできません。SCILLCデータシートや仕様書に示される可能性のある「標準的」パラメータは、アプリケーションによっては異なることもあり、実際の性能も時間の経過により変化する可能性があります。「標準的」パラメータを含むすべての動作パラメータは、ご使用になるアプリケーションに応じて、お客様の専門技術者において十分検証されるようお願い致します。SCILLCは、その特許権やその他の権利の下、いかなるライセンスも許諾しません。SCILLC製品は、人体への外科的移植を目的とするシステムへの使用、生命維持を目的としたアプリケーション、また、SCILLC製品の不具合による死傷等の事故が起こり得るようなアプリケーションなどへの使用を意図した設計はされておらず、また、これらを使用対象としておりません。お客様が、このような意図されたものではない、許可されていないアプリケーション用にSCILLC製品を購入または使用した場合、たとえ、SCILLCがその部品の設計または製造に関して過失があったと主張されたとしても、そのような意図せぬ使用、また未許可の使用に関連した死傷等から、直接、又は間接的に生じるすべてのクレーム、費用、損害、経費、および弁護士料などを、お客様の責任において補償をお願いいたします。また、SCILLCとその役員、従業員、子会社、関連会社、代理店に対して、いかなる損害も与えないものとします。SCILLCは雇用機会均等/差別撤廃雇用主です。この資料は適用されるあらゆる著作権法の対象となっており、いかなる方法によっても再販することはできません。