NGTB05N60R2DT4G
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

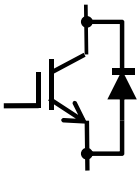
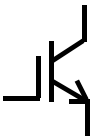
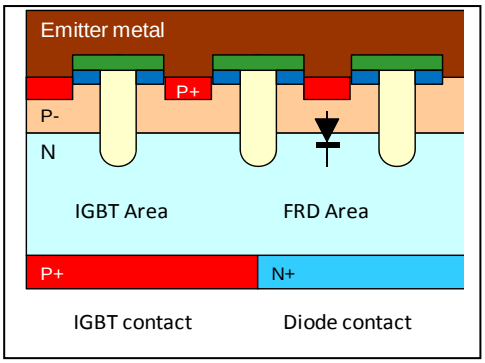
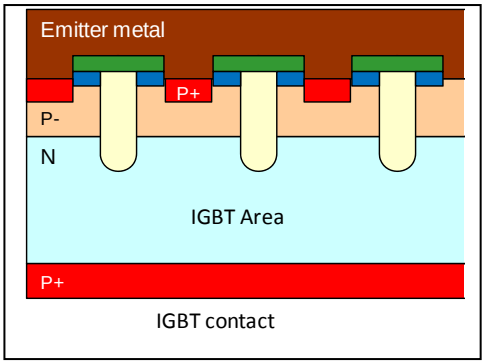
RC-IGBT は Reverse Conducting Insulated Gate Bipolar Transistor の略であり、FWD を同一チップにビルトインした IGBT です。
インバータ回路の様にIGBTとFWDが必要な場合1chipとなるので、パッケージが小さくでき、両者は熱的なバランスもとれます。

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。

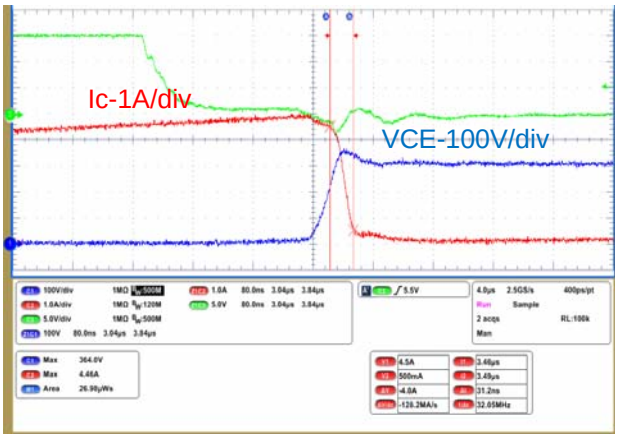
RC-IGBTは裏面の一部をN+（高濃度のN層）で形成することによりダイオードを形成し、回路的にはコレクタ（C）側がカソード、エミッタ(E)側がアノードとなり、回路的には IGBT のフリーフォイールダイオード（FWD）として機能させることができます。もちろんダイオードとしては高速設計をしており、trr＜75ns と高速性能を確保しています。さらに今回の RC-IGBT は当社の FS2 構造も取り入れた構造でありこのプロセスは RC2-IGBT と呼んでいます。

	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）		

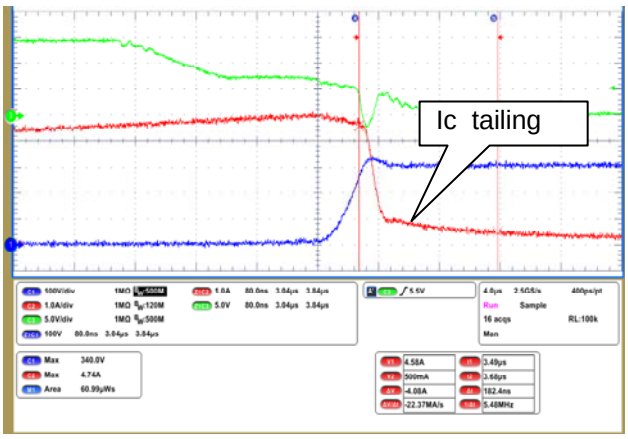
© Semiconductor Components Industries, LLC, 2014

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 tf 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tf波形であり、WP.2の10AスペックNPT品に比較して高速でtfテールテーリングもない動作を実現しています。



WP.1　FS2-IGBT Ic=5A　tf=31.2ns



WP.2　NPT-IGBT Ic=5A　tf=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。

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

表.1　RC2-IGBT ラインアップ

Type No.	Package	Absolute maximum ratings				Electrical characteristics /Ta=25°C	FRD Electrical Characteristics /	
		VCES	IC @Tc= 25°C	IC @Tc= 100°C	ICP @Tc= 25°C	VCE(sat) typ	VF typ	trr 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 IF=Ic(Tc=100°C). VR=300V, di/dt=300A/μs

5. RC-IGBTのアプリケーションマップ

DPAK外形のNGBT05N60R2DT4Gを中心とするアプリケーションマップを示します。(Fig.1　)

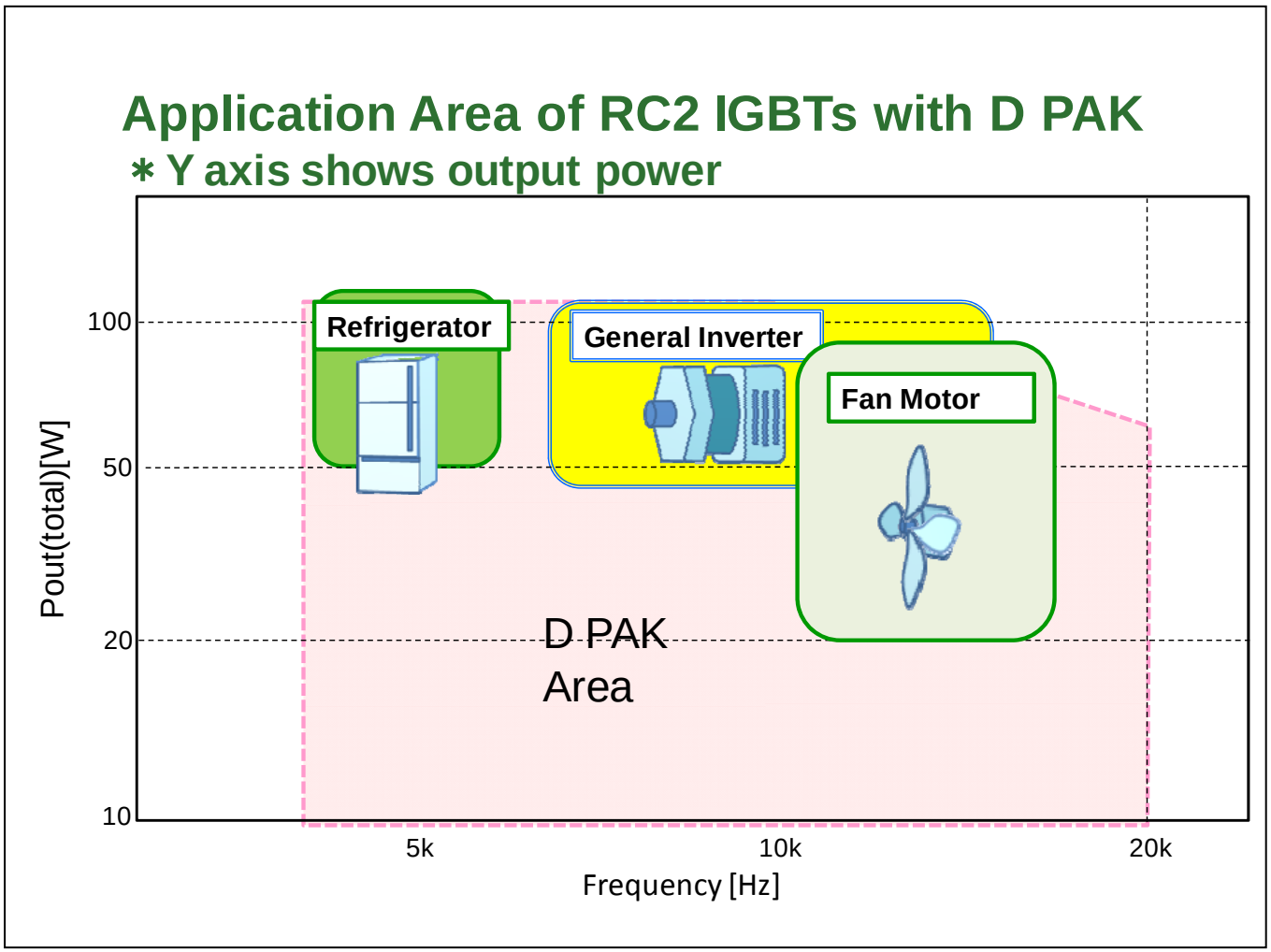


Fig.1　RC-IGBT（D PAK 品）のアプリケーションエリア

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。

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。NGTB03N60R2DT4G、05N60R2DT4GともA　IGBTよりVCE(sat)値が低く、導通ロスを下げることができます。

表.2　IGBT　DC スペック　他社との比較

	Ic[A] @Tc=100°C	VCE(sat) typ[V]	VF typ[V]
NGTB03N60R2DT4G	4.5	1.7(3A)	1.5(3A)
NGTB05N60R2DT4G	8.0	1.65(5A)	1.5(5A)
A IGBT	4.2	1.9(3A)	1.9(3A)

6-2) BLDCモータでの動作比較

Fig.3の回路構成で3相BLDCモータを駆動した時の特性をFig.2に示します。（120° PWM駆動、fc=6.8kHz）PCBに実装された各IGBTの動作温度Tc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NGTB03N60R2DT4G及び05N60R2は温度が下がっています。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。

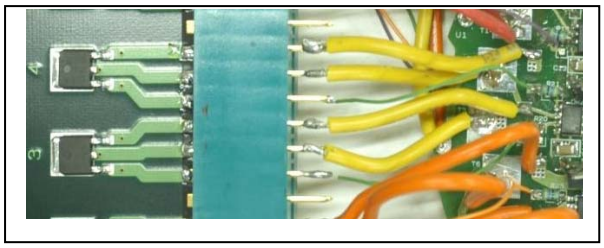


Photo.1　動作検討基板(一部)

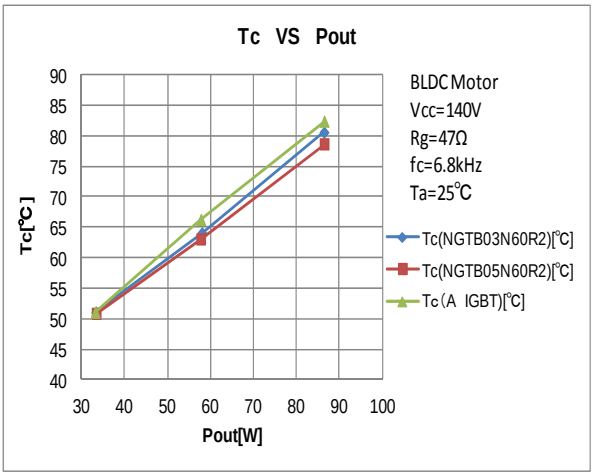


Fig.2　動作特性　Tc VS Ic

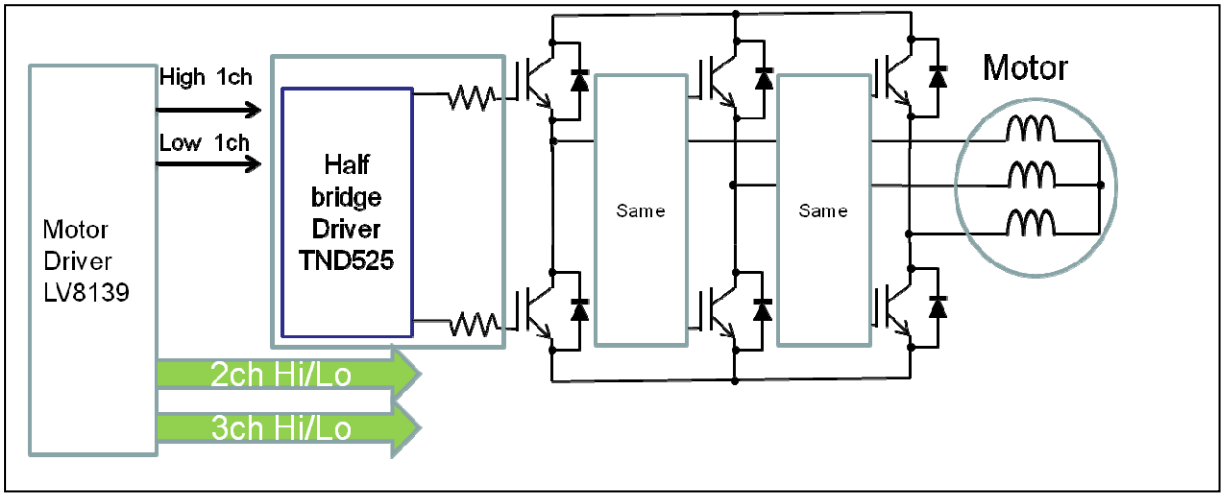


Fig.3　動作回路ブロック

ON Semiconductor and the ON logo are registered trademarks of Semiconductor Components Industries, LLC (SCILLC) or its subsidiaries in the United States and/or other countries. SCILLC owns the rights to a number of patents, trademarks, copyrights, trade secrets, and other intellectual property. A listing of SCILLC's product/patent coverage may be accessed at www.onsemi.com/site/pdf/Patent-Marking.pdf. SCILLC reserves the right to make changes without further notice to any products herein. SCILLC makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does SCILLC assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in SCILLC data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. SCILLC does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. SCILLC products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the SCILLC product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use SCILLC products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold SCILLC and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that SCILLC was negligent regarding the design or manufacture of the part. SCILLC is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer. This literature is subject to all applicable copyright laws and is not for resale in any manner.

(参考訳)

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。