

NGTB20N60L2TF1G

アプリケーションノート

Super Junction -MOSFET との動作比較



ON Semiconductor®

www.onsemi.jp

1. 初めに

周波数30kHzを超えるフルスイッチングのPFC回路では、スイッチングロスが少なくなると考えられるSuper Junction MOSFET

(以下SJ-MOSFET)が使用されることがあります。一方、高速IGBTのNGTB20N60L2TF1Gはルームエアコン電源回路のPFC回路にも推奨できるデバイスであり、今回、SJ-MOSFETを使用した場合との特性比較をスイッチング特性比較、PFC回路動作比較を行いNGTB20N60L2TF1Gの優位性を確認しました。

2. スペック比較

SJ-MOSFETについては、 $V_{CE(sat)}$ 換算値がIGBTのNGTB20N60L2TF1Gより低いもしくは同程度の製品を選定し比較しました。(Table.1) 特徴としては、SJ-MOSFETはIGBTより $C_{ies}(C_{iss})$ が大きいことが分かります。

Table.1 Data comparison between
NGTB20N60L2TF1G and SJ-MOSFET

Parameter	NGTB20N60L2TF1G	A.com (SJ-MOSFET)	B.com (SJ-MOSFET)	Note
$V_{CES}(V_{DSS})$ [V]	600	600	600	
$I_C(I_D)$ [A]	40	30.8	44	
$V_{GE}V_{GS(off)}$ [V]	5.6	3.2	3.0	
$V_{CE(sat)}$ [V]	1.45	1.46	1.1	$RDS(on) \times I_C$ (20A)
$C_{ies}(C_{iss})$ [pF]	2000	3000	4285	
$C_{oes}(C_{oss})$ [pF]	60	70	212	
$C_{res}(C_{rss})$ [pF]	50	9.5	95	
Q_g [nC]	84	86	124	

3. NGTB20N60TF1G と SJ-MOSFET の パフォーマンス 比較

tf と VCE(sat) (SJ-MOSFET は換算値)の 2
つの相関のプロットを Fig.1 に示します。
SJ-MOS の RDS(on)を VCE(sat)に換算

すると、その値は NGTB20N60TF1G より低く
なります。しかし tf 値は高いという傾向が分か
ります。(Ic=15A のテスト値)

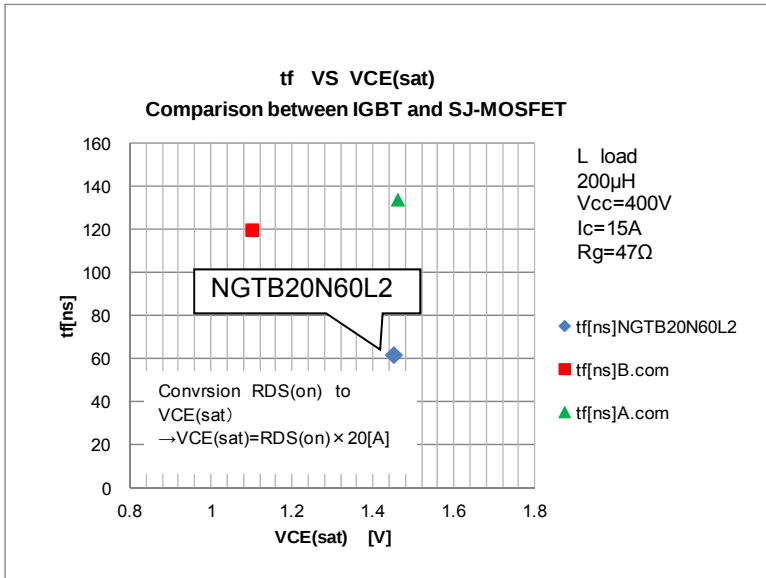


Fig.1 tf VS VCE(sat)

4. NGTB20N60TF1G との導通ロス比較

IGBTは温度変化によるVCE(sat)変化が小さい
ですが、MOSFETは温度上昇でRDS(on)が大
きく変化します。するとTc=25°Cで比較した

導通ロス比較において、動作Ic(ID)はFig.4の
様な三角波を想定して計算、算出しました。

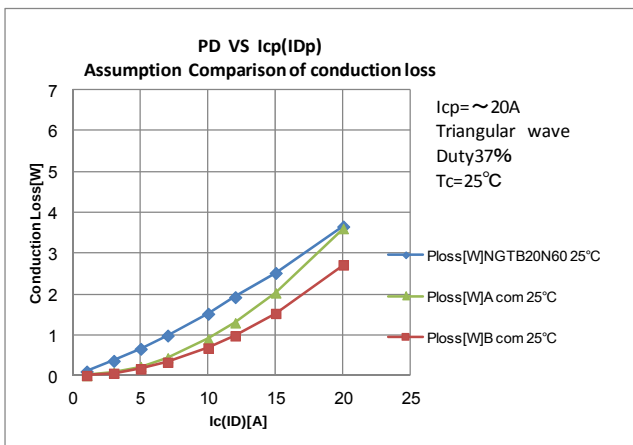


Fig. 2 Conduction loss VS Icp(IDp) Tc=25°C

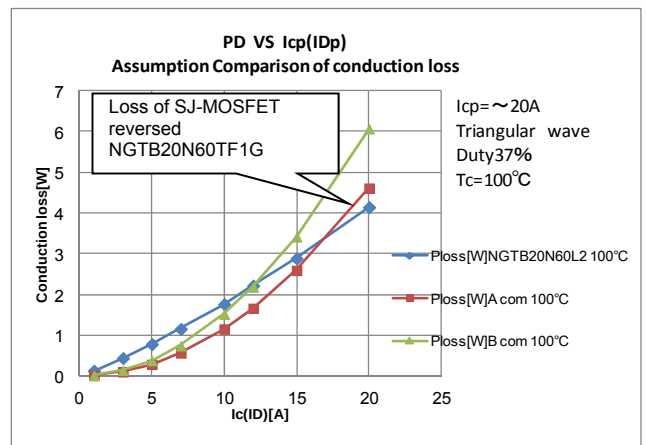


Fig.3 Conduction loss VS Icp(IDp) Tc=100°C

場合(Fig.2)とTc=100°C (Fig.3)では、Tc=100°C
においてはNGTB20N60L2TF1Gの導通ロスとB
comとのロスが逆転し、NGTB20N60L2TF1Gの
方がB.comより小さくなります。

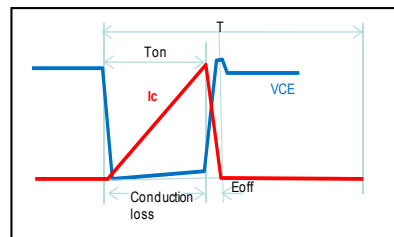


Fig.4 Wave form
used for calculation

5. スイッチング特性比較 (L 負荷)

L 負荷でのスイッチング特性を比較しました。
NGTB20N60TF1Gの t_f (電流カットオフ方向)は
電流の値を変化させてもSJ-MOSFET
より速くなりました。

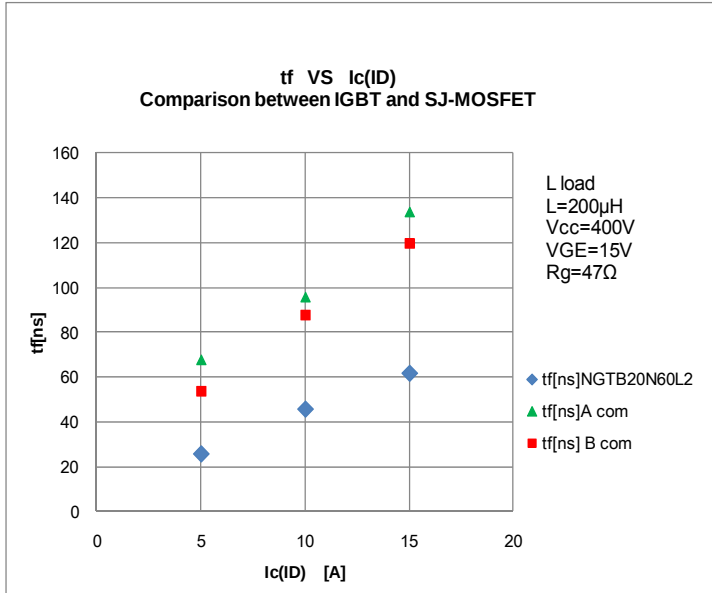


Fig.4 t_f VS $I_c(I_D)$

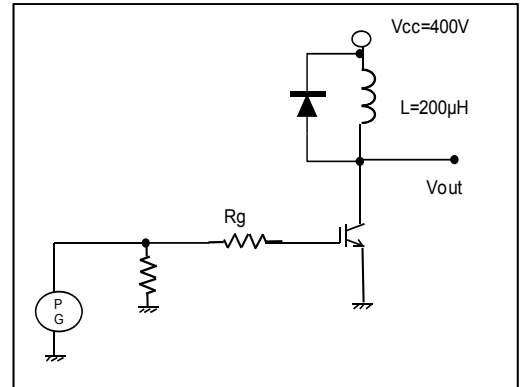


Fig.5 Test circuit

6. フルスイッチングPFC動作での比較

フルスイッチングPFC回路で、 $f=35\text{kHz}$ にて
SJ-MOSFETとの動作比較テストを行いました。
効率はIGBTであるNGTB20N60L2TF1G
の方が高い (良い) 結果となりました。
(Table.2)

PFCの動作波形は三角波または台形波ですが、
スイッチングロスとしてはカットオフの時の立ち
下がり時の $I_c(I_D)$ が支配的です。

NGTB20N60TF1Gは t_f が速く、 E_{off} が小さい
ので実際のパフォーマンスとしてSJ-MOSFET
を凌ぐ特性となりました。

また、その時の動作波形(WP.1~WP.3)を比
較するとSJ-MOSFETは t_f が遅いことが分かりま
す。スイッチングロスに関しては $V_{CE} \times I_c$ 波形
よりNGTB20N60TF1Gのロスが一番小さい状況
が分かります。

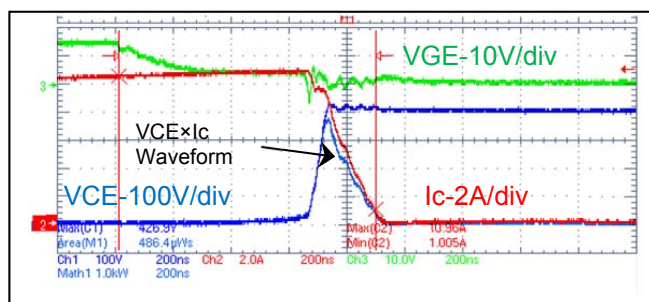
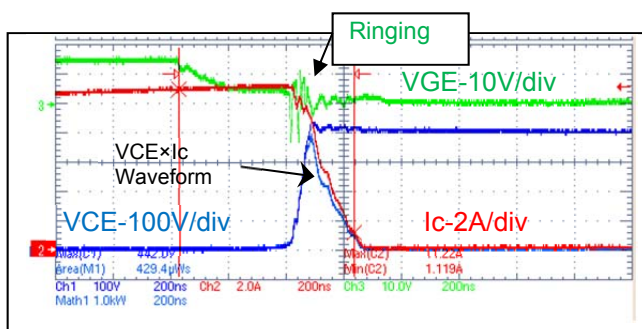
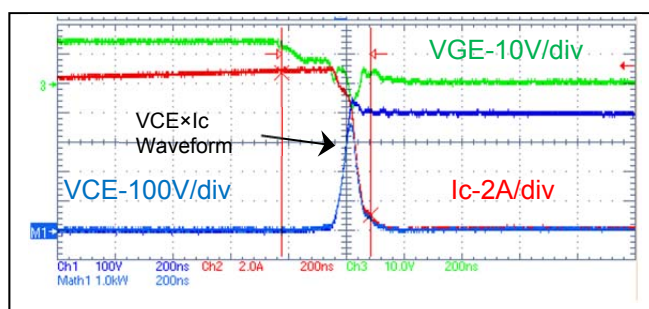
更に、SJ-MOSFETはゲート電圧波形にリン
ギングが観測されました。動作ノイズの対策に
も気を配る必要が生じることになるでしょう。

Table.2 Performance comparison

Condition; Full Switching PFC circuit $V_{AC}=100\text{V}$ $I_{out}=2\text{A}$ $V_{out} \approx 385\text{V}$ $f=35\text{kHz}$

Device	$P_{in}[\text{W}]$	$P_{out}[\text{W}]$	$\eta[\%]$	$V_{CEp}[\text{V}]$	$I_{Dp}[\text{A}]$	$t_f[\text{ns}]$	$t_{off}[\text{ns}]$	$E_{off}[\mu\text{J}]$
NGTB20N60L2TF1G	816	769	94.27	443	11.1	110	342	252
A com	820	770	93.85	442	11.2	200	604	429
B com	825	772	93.53	427	11.0	214	887	486

NGTB20N60L2TF1G 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。