

お客様各位

---

## カタログ等資料中の旧社名の扱いについて

---

2010年4月1日を以ってNECエレクトロニクス株式会社及び株式会社ルネサステクノロジが合併し、両社の全ての事業が当社に承継されております。従いまして、本資料中には旧社名での表記が残っておりますが、当社の資料として有効ですので、ご理解の程宜しくお願ひ申し上げます。

ルネサスエレクトロニクス ホームページ (<http://www.renesas.com>)

2010年4月1日  
ルネサスエレクトロニクス株式会社

【発行】ルネサスエレクトロニクス株式会社 (<http://www.renesas.com>)

【問い合わせ先】<http://japan.renesas.com/inquiry>

## ご注意書き

1. 本資料に記載されている内容は本資料発行時点のものであり、予告なく変更することがあります。当社製品のご購入およびご使用にあたりましては、事前に当社営業窓口で最新の情報をご確認いただきますとともに、当社ホームページなどを通じて公開される情報に常にご注意ください。
2. 本資料に記載された当社製品および技術情報の使用に関連し発生した第三者の特許権、著作権その他の知的財産権の侵害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。当社は、本資料に基づき当社または第三者の特許権、著作権その他の知的財産権を何ら許諾するものではありません。
3. 当社製品を改造、改変、複製等しないでください。
4. 本資料に記載された回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するものです。お客様の機器の設計において、回路、ソフトウェアおよびこれらに関連する情報を使用する場合には、お客様の責任において行ってください。これらの使用に起因しお客様または第三者に生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
5. 輸出に際しては、「外国為替及び外国貿易法」その他輸出関連法令を遵守し、かかる法令の定めるところにより必要な手続を行ってください。本資料に記載されている当社製品および技術を大量破壊兵器の開発等の目的、軍事利用の目的その他軍事用途の目的で使用しないでください。また、当社製品および技術を国内外の法令および規則により製造・使用・販売を禁止されている機器に使用することができません。
6. 本資料に記載されている情報は、正確を期すため慎重に作成したのですが、誤りが無いことを保証するものではありません。万一、本資料に記載されている情報の誤りに起因する損害がお客様に生じた場合においても、当社は、一切その責任を負いません。
7. 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「高品質水準」および「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は、以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認ください。お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途に当社製品を使用することができません。また、お客様は、当社の文書による事前の承諾を得ることなく、意図されていない用途に当社製品を使用することができません。当社の文書による事前の承諾を得ることなく、「特定水準」に分類された用途または意図されていない用途に当社製品を使用したことによりお客様または第三者に生じた損害等に関し、当社は、一切その責任を負いません。なお、当社製品のデータ・シート、データ・ブック等の資料で特に品質水準の表示がない場合は、標準水準製品であることを表します。  
標準水準： コンピュータ、OA 機器、通信機器、計測機器、AV 機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット  
高品質水準： 輸送機器（自動車、電車、船舶等）、交通用信号機器、防災・防犯装置、各種安全装置、生命維持を目的として設計されていない医療機器（厚生労働省定義の管理医療機器に相当）  
特定水準： 航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器（生命維持装置、人体に埋め込み使用するもの、治療行為（患部切り出し等）を行うもの、その他直接人命に影響を与えるもの）（厚生労働省定義の高度管理医療機器に相当）またはシステム等
8. 本資料に記載された当社製品のご使用につき、特に、最大定格、動作電源電圧範囲、放熱特性、実装条件その他諸条件につきましては、当社保証範囲内でご使用ください。当社保証範囲を超えて当社製品をご使用された場合の故障および事故につきましては、当社は、一切その責任を負いません。
9. 当社は、当社製品の品質および信頼性の向上に努めておりますが、半導体製品はある確率で故障が発生したり、使用条件によっては誤動作したりする場合があります。また、当社製品は耐放射線設計については行っておりません。当社製品の故障または誤動作が生じた場合も、人身事故、火災事故、社会的損害などを生じさせないようお客様の責任において冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等の安全設計およびエージング処理等、機器またはシステムとしての出荷保証をお願いいたします。特に、マイコンソフトウェアは、単独での検証は困難なため、お客様が製造された最終の機器・システムとしての安全検証をお願いいたします。
10. 当社製品の環境適合性等、詳細につきましては製品個別に必ず当社営業窓口までお問合せください。ご使用に際しては、特定の物質の含有・使用を規制する RoHS 指令等、適用される環境関連法令を十分調査のうえ、かかる法令に適合するようご使用ください。お客様がかかる法令を遵守しないことにより生じた損害に関し、当社は、一切その責任を負いません。
11. 本資料の全部または一部を当社の文書による事前の承諾を得ることなく転載または複製することを固くお断りいたします。
12. 本資料に関する詳細についてのお問い合わせその他お気付きの点等がございましたら当社営業窓口までご照会ください。

注 1. 本資料において使用されている「当社」とは、ルネサスエレクトロニクス株式会社およびルネサスエレクトロニクス株式会社とその総株主の議決権の過半数を直接または間接に保有する会社をいいます。

注 2. 本資料において使用されている「当社製品」とは、注 1 において定義された当社の開発、製造製品をいいます。

アプリケーション・ノート

# Pspiceサブサーキット・モデル パワーMOSFET

---

資料番号 D15652JJ1V0AN00 (第1版)

発行年月 July 2001 N CP(K)

- 本資料の内容は予告なく変更することがありますので、最新のものであることをご確認の上ご使用ください。
  - 文書による当社の承諾なしに本資料の転載複製を禁じます。
  - 本資料に記載された製品の使用もしくは本資料に記載の情報の使用に際して、当社は当社もしくは第三者の知的財産権その他の権利に対する保証または実施権の許諾を行うものではありません。上記使用に起因する第三者所有の権利にかかわる問題が発生した場合、当社はその責を負うものではありませんのでご了承ください。
  - 本資料に記載された回路、ソフトウェア、及びこれらに付随する情報は、半導体製品の動作例、応用例を説明するためのものです。従って、これら回路・ソフトウェア・情報をお客様の機器に使用される場合には、お客様の責任において機器設計をしてください。これらの使用に起因するお客様もしくは第三者の損害に対して、当社は一切その責を負いません。
  - 当社は品質、信頼性の向上に努めていますが、半導体製品はある確率で故障が発生します。当社半導体製品の故障により結果として、人身事故、火災事故、社会的な損害等を生じさせない冗長設計、延焼対策設計、誤動作防止設計等安全設計に十分ご注意願います。
  - 当社は、当社製品の品質水準を「標準水準」、「特別水準」およびお客様に品質保証プログラムを指定して頂く「特定水準」に分類しております。また、各品質水準は以下に示す用途に製品が使われることを意図しておりますので、当社製品の品質水準をご確認の上ご使用願います。
    - 標準水準：コンピュータ、OA機器、通信機器、計測機器、AV機器、家電、工作機械、パーソナル機器、産業用ロボット
    - 特別水準：輸送機器（自動車、列車、船舶等）、交通用信号機器、防災／防犯装置、各種安全装置、生命維持を直接の目的としない医療機器
    - 特定水準：航空機器、航空宇宙機器、海底中継機器、原子力制御システム、生命維持のための医療機器、生命維持のための装置またはシステム等
- 当社製品のデータ・シート／データ・ブック等の資料で、特に品質水準の表示がない場合は標準水準製品であることを表します。当社製品を上記の「標準水準」の用途以外でご使用をお考えのお客様は、必ず事前に当社販売窓口までご相談頂きますようお願い致します。

# 目 次

1. はじめに ... 4
2. NECパワーMOSFETモデルの特徴 ... 4
3. パワーMOSFETモデルSPICE回路図(サブサーキット) ... 4
4. 回路構成 ... 5
5. NECパワーMOSFETモデルによるPSPICEシミュレーション結果例 ... 8
  - (1) FORWARD TRANSFER CHARACTERISTICS ... 8
  - (2) DRAIN CURRENT vs. DRAIN TO SOURCE VOLTAGE ... 8
  - (3) DRAIN TO SOURCE ON-STATE RESISTANCE vs. DRAIN CURRENT ... 9
  - (4) GATE TO SOURCE CUTOFF VOLTAGE vs. CHANNEL TEMPERATURE ... 9
  - (5) DRAIN TO SOURCE ON-STATE RESISTANCE vs. CHANNEL TEMPERATURE ... 10
  - (6) DYNAMIC IMPUT/OUTPUT CHARACTERISTICS ... 10
  - (7) CAPACITANCE vs. DRAIN TO SOURCE VOLTAGE ... 11
  - (8) SWITCHING vs. DRAIN CURRENT ... 11
6. NECパワーMOSFET用PSPICEネットリスト例 ... 12

## 1. はじめに

近年においては、パワーMOSFETの使用される分野も広がり、それに伴い、PSPICE等の回路シミュレータを用いて、パワーMOSFETを含んだ回路全体の検証をおこなう機会が増えてきています。

今回、従来のMOSFETモデルではパワーMOSFETの特性を十分に再現できませんでしたが、新たにPSPICE用のパワーMOSFETモデルを考案し、それを用いたモデルパラメータの提供を開始しました。

本資料は、NECパワーMOSFETモデルについて、その特徴、回路構成に関する情報を提供するものです。

## 2. NECパワーMOSFETモデルの特徴

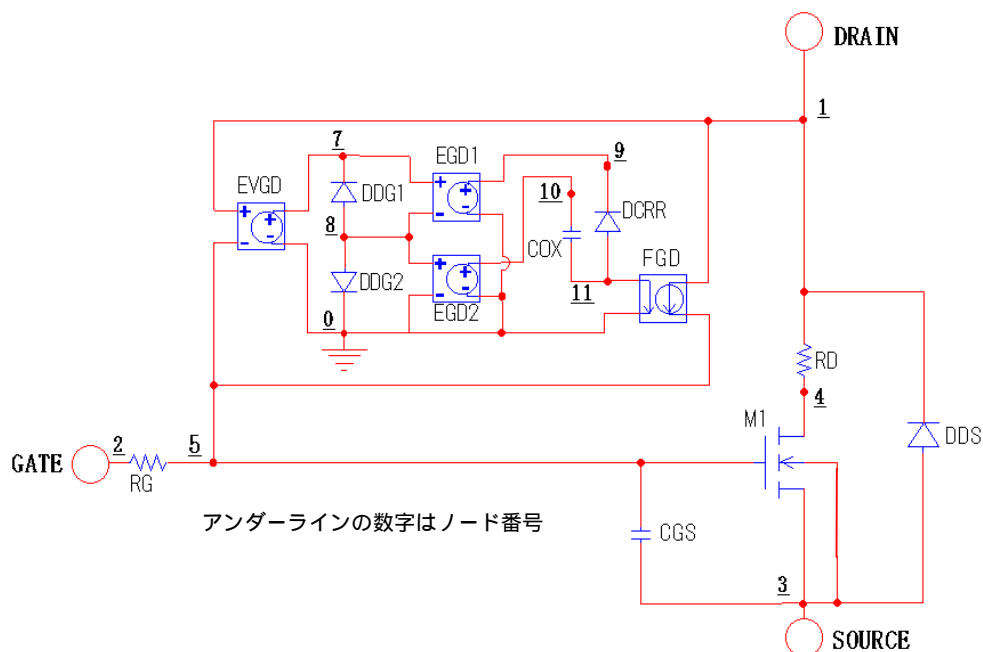
従来のパワーMOSFETモデルに比べ、以下のような特徴があります。

- (1) 容量 ( $C_{iss}$ ,  $C_{oss}$ ,  $C_{rss}$ ) の $V_{DS}$ 依存性を再現しています。
- (2) オン抵抗の温度特性を再現しています。
- (3) ドレイン - ソース間の寄生ダイオードの特性を再現しています。

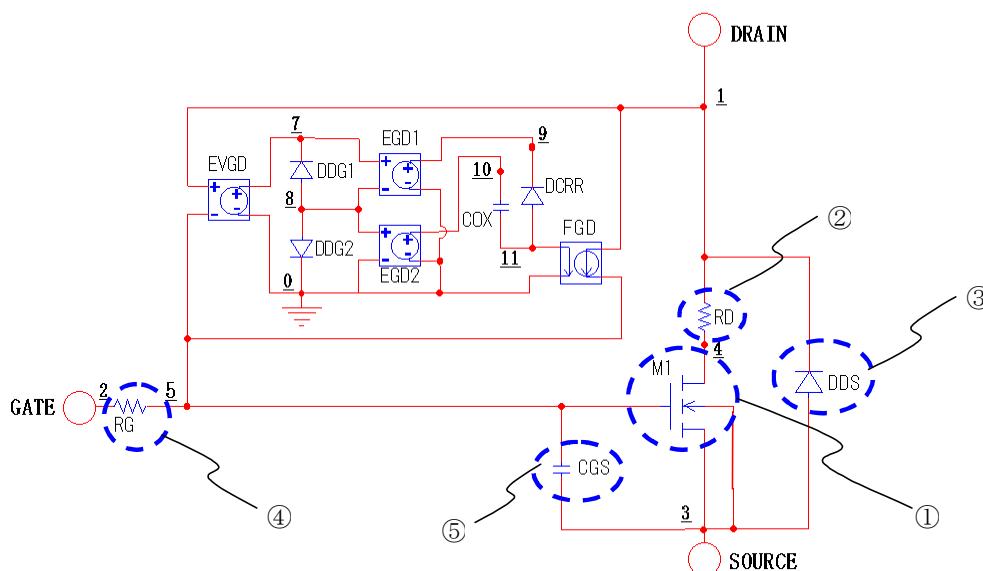
## 3. パワーMOSFETモデルSPICE回路図 (サブサーキット)

NECパワーMOSFETのSPICE用回路図を以下に示します。

SPICE用NECパワーMOSFET (Pch) モデル回路図



## 4. 回路構成



### Nch MOSFET M1 (主なDC特性用)

Nch MOSFET M1によって、パワーMOSFETの主なDC特性 ( $I_D$ - $V_{DS}$ 特性,  $I_D$ - $V_{GS}$ 特性, オン抵抗特性等) を再現しています。

### 抵抗RD (オン抵抗の温度特性補正用)

この抵抗RDの温度特性によって、オン抵抗の温度特性を補正しています。

### ダイオードDDS (MOSFETのDS間の寄生ダイオード特性及び、DS間容量用)

ダイオードDDSをMOSFETのDS間に外付けすることによって、MOSFETのDS間の寄生ダイオード特性を再現しています。

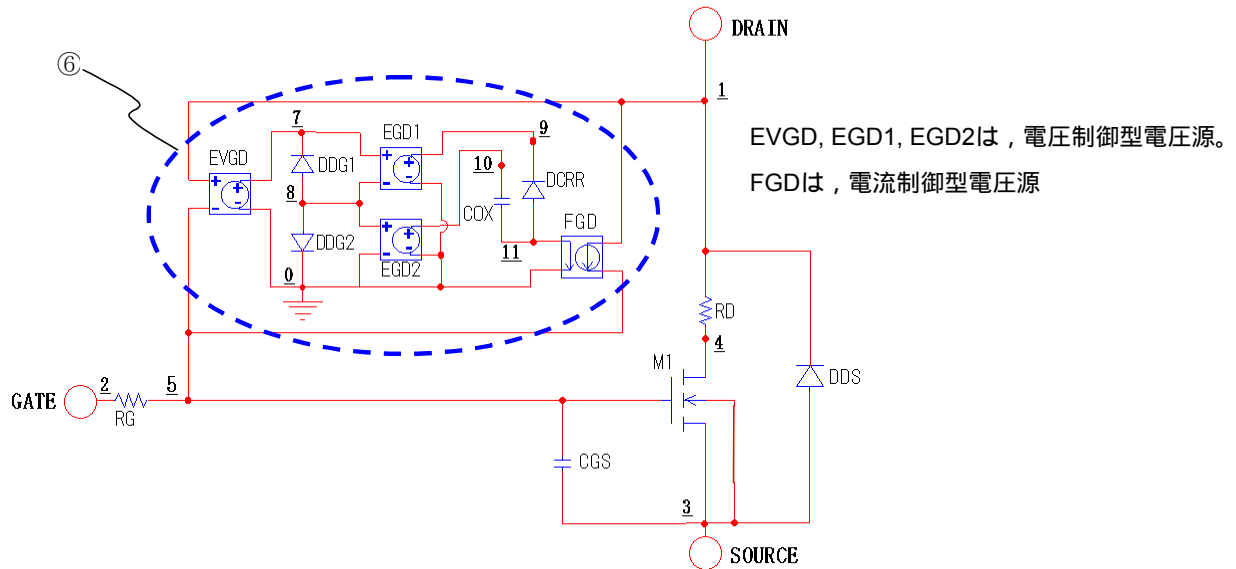
また、MOSFETのDS間容量 ( $C_{ds}$ ) についても、このダイオードDDSにて再現しています。

### 抵抗RG (入力抵抗用)

抵抗RGによって、MOSFETのゲート入力抵抗 ( $R_g$ ) を再現しています。

コンデンサ - CGS (GS間容量, Q<sub>gs</sub>特性用)

コンデンサ - CGSによって, MOSFETのGS間容量 (C<sub>gs</sub>) , Q<sub>gs</sub>特性を再現しています。

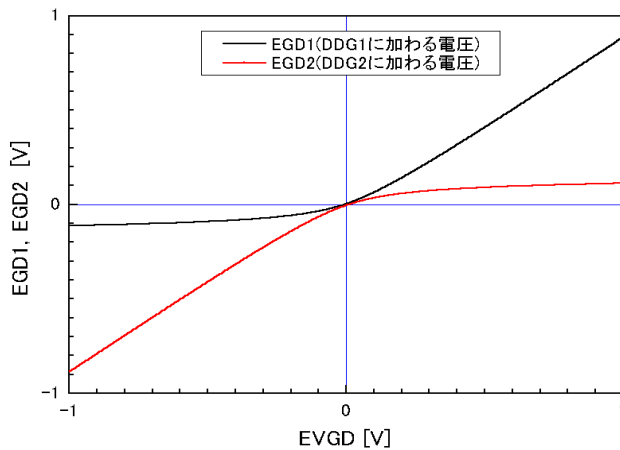


上記丸印内の回路 (GD間容量及び, Q<sub>g</sub>特性用)

上記丸印内の回路によって, MOSFETのGD間容量 (C<sub>gd</sub>) , Q<sub>g</sub>特性を再現しています。

< 上記丸印内回路の説明 >

上記, 丸印内回路における, DG間の電圧EVGDとダイオードDDG1, DDG2の両端電圧 (EGD1, EGD2) の相関を下記に示します。



EVGD > 0の場合は,  
EGD1は, EVGDとほぼ比例関係になり,  
EGD2は, 約0 ~ 0.2 V程度になります。

EVGD < 0の場合は,  
EGD1は, 約 - 0 ~ - 0.2 V程度になり,  
EGD2は, EVGDとほぼ比例関係になります。

ここで,

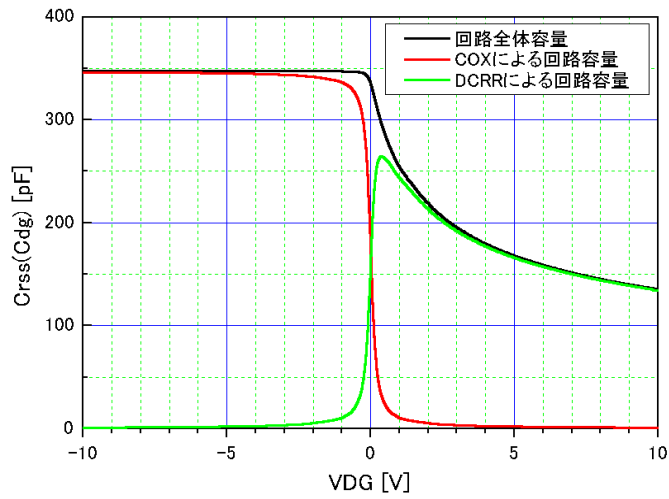
EVGD > 0の場合は, EVGDはほぼDCRRの両端にされるため, この回路の容量はダイオードDCRRの接合容量が支配的になります。

EVGD < 0の場合は, EVGDはほぼCOXの両端に印加されるため, この回路の容量はコンデンサCOX容量が支配的になります。

EVGD = 0の場合は, ダイオードDCRRの接合容量とコンデンサCOX容量が均等になります。

このときの, 回路全体容量とVDGとの相関は以下ようになります。





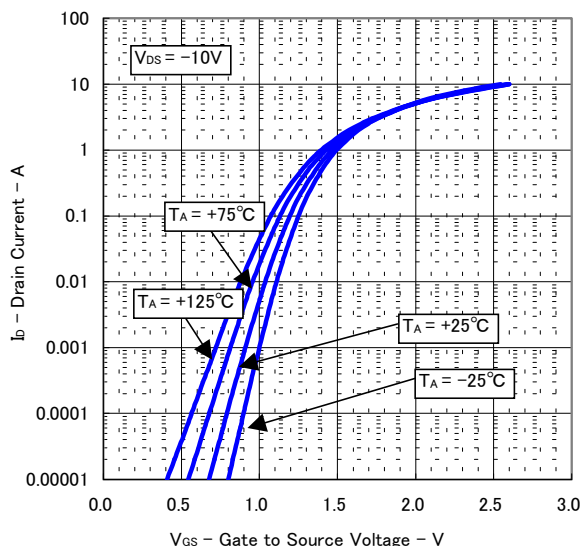
このように、  
 ドレイン - ソース間電圧(VDS電圧)により、ダイオードDCRRの接合容量とコンデンサCOX容量 (VDS電圧) の配分が変化する特性によって、パワーMOSFETのGD間容量 (C<sub>gd</sub>) を再現しています。  
 また、本構成により、シミュレーション時の発振が発生しにくい容量特性を実現しています。)

## 5. NECパワー-MOSFETモデルによるPSPICEシミュレーション結果例

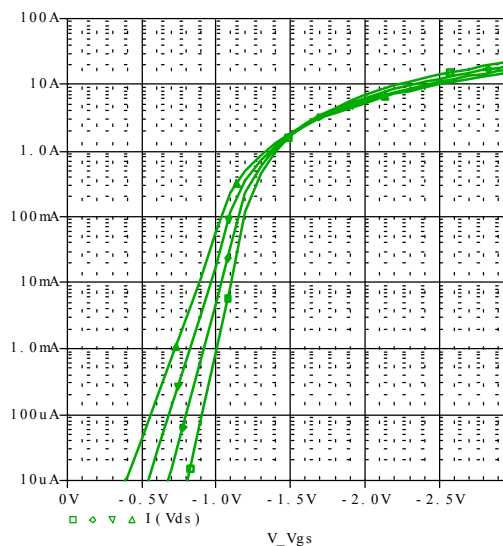
製品： $\mu$  PA1911A ( Pch MOSFET )

### (1) FORWARD TRANSFER CHARACTERISTICS

<データシート>

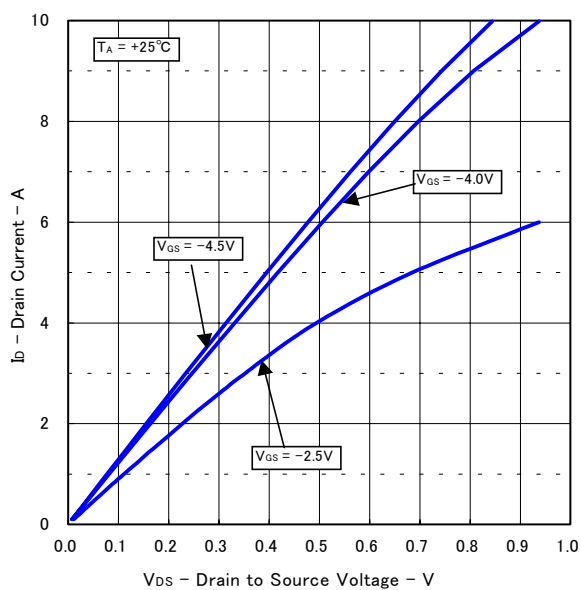


<PSPICEシミュレーション結果>

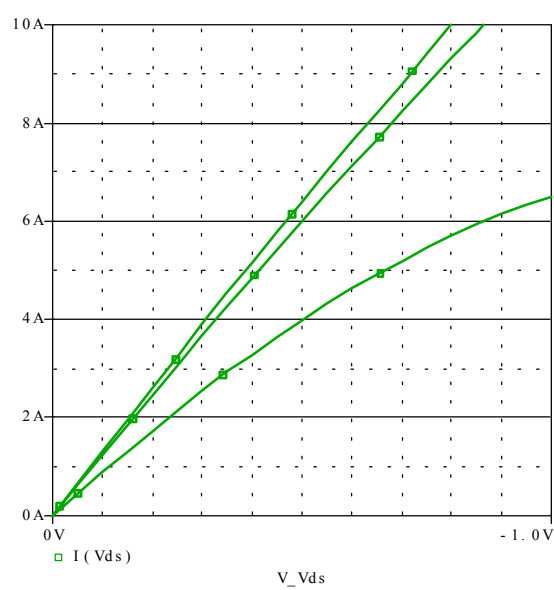


### (2) DRAIN CURRENT vs. DRAIN TO SOURCE VOLTAGE

<データシート>

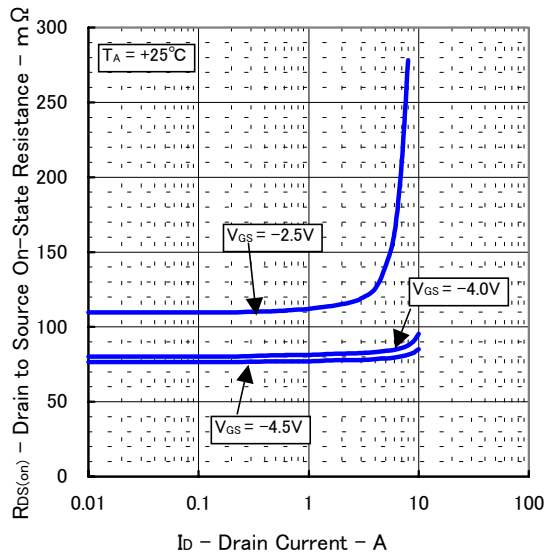


<PSPICEシミュレーション結果>

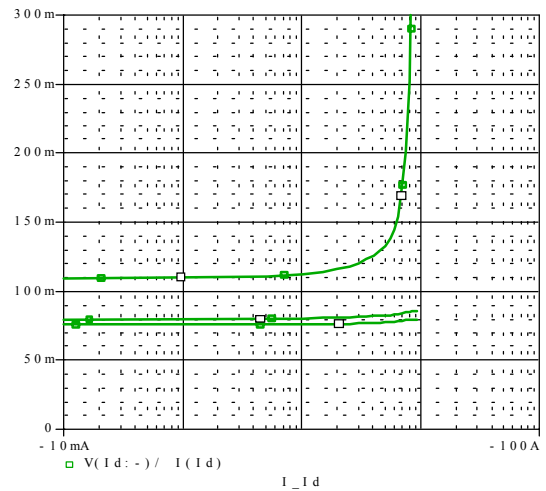


(3) DRAIN TO SOURCE ON-STATE RESISTANCE vs. DRAIN CURRENT

< データシート >

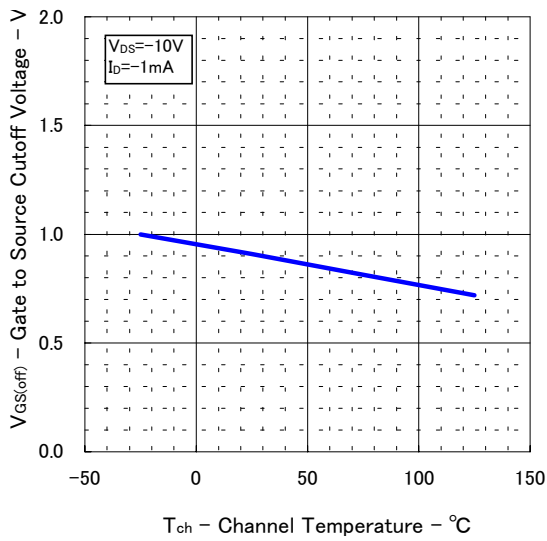


< PSPICEシミュレーション結果 >

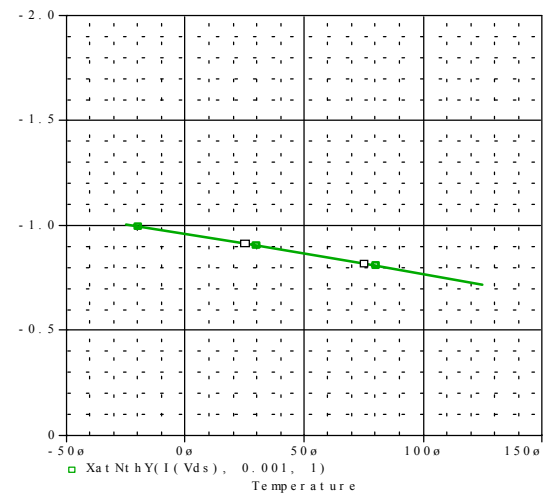


(4) GATE TO SOURCE CUTOFF VOLTAGE vs. CHANNEL TEMPERATURE

< データシート >

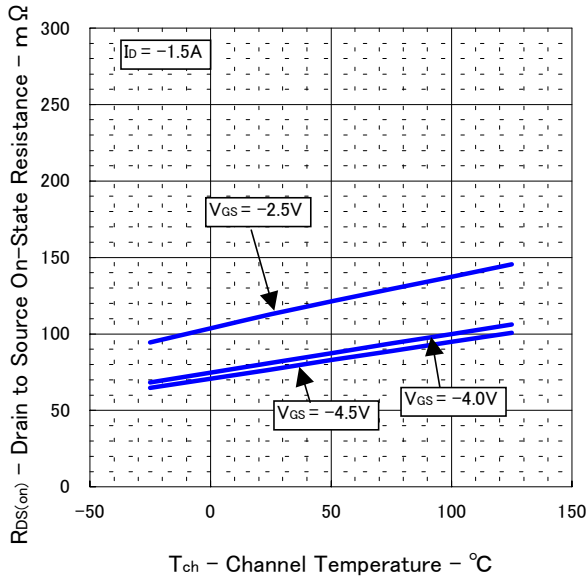


< PSPICEシミュレーション結果 >

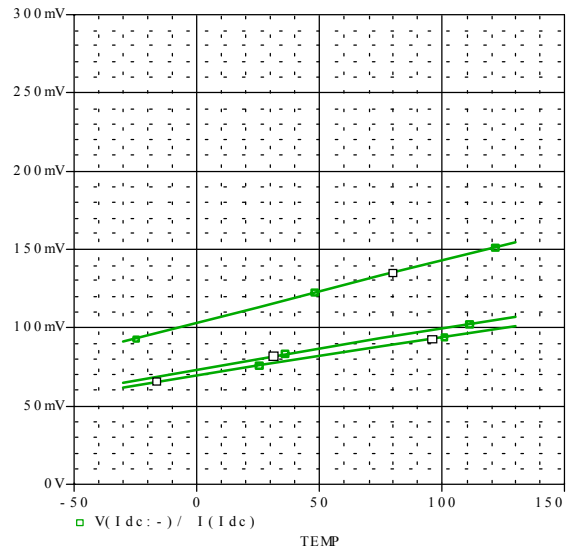


(5) DRAIN TO SOURCE ON-STATE RESISTANCE vs. CHANNEL TEMPERATURE

<データシート>

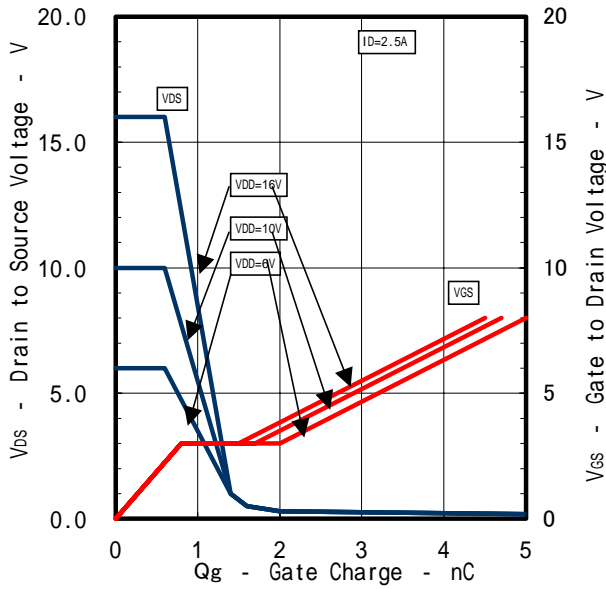


<PSPICEシミュレーション結果>

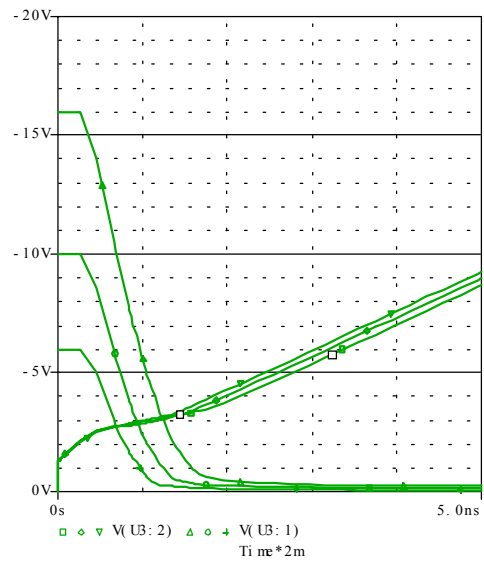


(6) DYNAMIC INPUT/OUTPUT CHARACTERISTICS

<データシート>



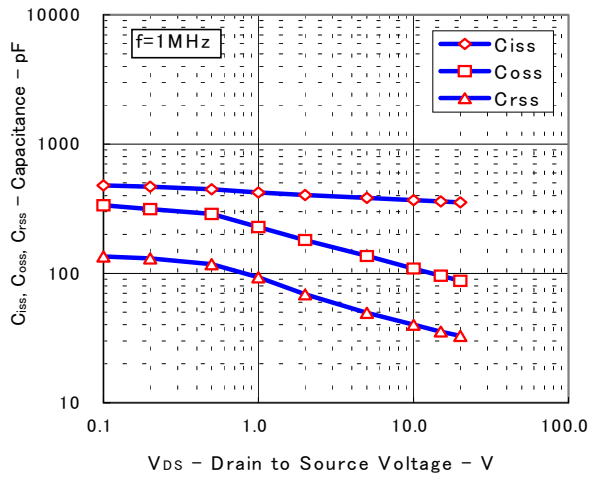
<PSPICEシミュレーション結果>



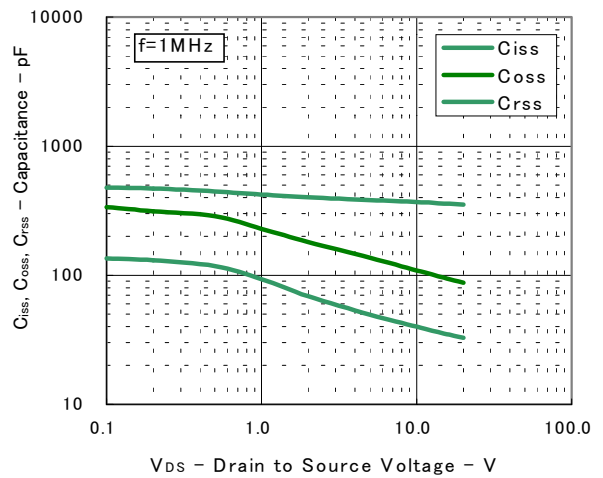
uPA1911A DYNAMIC INPUT/OUTPUT CHARACTERISTICS

(7) CAPACITANCE vs. DRAIN TO SOURCE VOLTAGE

<データシート>

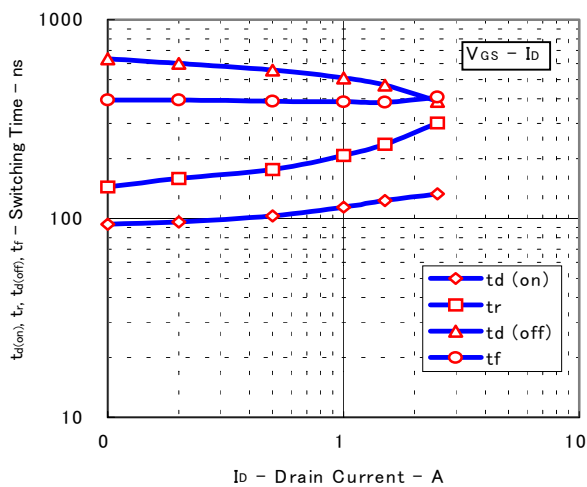


<PSPICEシミュレーション結果>

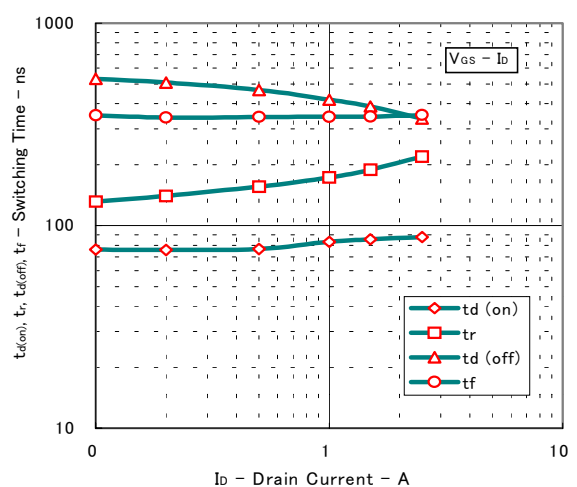


(8) SWITCHING TIME vs. DRAIN CURRENT

<データシート>



<PSPICEシミュレーション結果>



6. NECパワー-MOSFET用 PSPICE ネットリスト例

```

SUBCKT uPA1911A 1 2 3
*****
*      Model Generated by NEC      *
*      All Rights Reserved        *
*Commercial Use or Resale Restricted *
*****
* Model generated on December 1, 2000
* MODEL FORMAT: SPICE2G.6
* POWER MOSFET Model (Version 3.0)
* External Node Designations
* Node 1 -> Drain
* Node 2 -> Gate
* Node 3 -> Source
*****
M1 4 5 3 3 PMOS W=476026.4u L=0.6u
DDS 1 3 DDS
CGS 5 3 0.8E-10
RG 2 5 650
RD 1 4 RTEMP 8.577864E-3
FGD 1 5 VFGD 1
EVGD 7 0 1 5 1
DDG1 8 0 DD1
DDG2 8 7 DD1
EGD1 9 0 8 0 1
EGD2 10 0 7 8 1
COX 10 11 1.5539E-10
DCRR 9 11 DDG
VFGD 11 0 0
*****
.MODEL PMOS PMOS (LEVEL = 3 TOX = 270E-10
+ XJ = 1.17E-6 LD = 0 WD = 0
+ TPG = 1 RS = 13.1E-3 RD = 21E-3
+ RG = 0 NSUB = 1.22E17 IS = 0
+ UO = 600 KAPPA = 1
+ NFS = 0.35E12 THETA = 0.1
+ ETA = 0
+ KP = 14.8E-6 PHI = 0.93
+ CGSO = 0 CGDO = 0 CGBO = 0
+ XQC = 1.0 AF = 1 CBD = 0
+ CBS = 0 CJ = 0 CJSW = 0
+ FC = 0.5 JS = 0 KF = 0
+ MJ = 0.5 MJSW = 0.33 PB = 0.8
+ RSH = 0)
*****
.MODEL DDS D (CJO=2.1531E-10 VJ=0.43 M=0.359904704
+RS=0.024855414 IS=4.922E-11 TT=1.0E-9 N=1.223184936 BV=30)
*****
.MODEL DDG D (CJO=1.3759E-10 VJ=0.541390812 M=0.42393811 IS=1E-32 N=50 FC=1E-8)
*****
.MODEL DD1 D (CJO=0 N=1)
*****
.MODEL RTEMP RES (TC1=0.010184946 TC2=-1.8222E-5)
*****
.ENDS uPA1911A

```

〔メモ〕

---

## — お問い合わせ先 —

### 【技術的なお問い合わせ先】

NEC半導体テクニカルホットライン  
(電話：午前 9:00～12:00，午後 1:00～5:00)

電話 : 044-435-9494  
FAX : 044-435-9608  
E-mail : s-info@saed.tmg.nec.co.jp

### 【営業関係お問い合わせ先】

#### 第一販売事業部

東京 (03)3798-6106, 6107,  
6108  
大阪 (06)6945-3178, 3200,  
3208, 3212  
仙台 (022)267-8740  
郡山 (024)923-5591  
千葉 (043)238-8116

#### 第二販売事業部

東京 (03)3798-6110, 6111,  
6112  
立川 (042)526-5981, 6167  
松本 (0263)35-1662  
静岡 (054)254-4794  
金沢 (076)232-7303  
松山 (089)945-4149

#### 第三販売事業部

東京 (03)3798-6151, 6155, 6586,  
1622, 1623, 6156  
水戸 (029)226-1702  
広島 (082)242-5504  
前橋 (027)243-6060  
鳥取 (0857)27-5313  
太田 (0276)46-4014  
名古屋 (052)222-2170, 2190  
福岡 (092)261-2806

### 【資料の請求先】

上記営業関係お問い合わせ先またはNEC特約店へお申しつけください。

### 【NECエレクトロニクス デバイス ホームページ】

NECエレクトロニクスデバイスの情報がインターネットでご覧になれます。

URL(アドレス)

<http://www.ic.nec.co.jp/>



## アンケート記入のお願い

お手数ですが、このドキュメントに対するご意見をお寄せください。今後のドキュメント作成の参考にさせていただきます。

[ドキュメント名] アプリケーション・ノート Pspiceサブサーキット・モデル パワーMOSFET  
(D15652JJ1V0AN00 (第1版))

[お名前など] (さしつかえのない範囲で)

御社名(学校名, その他) ( )  
ご住所 ( )  
お電話番号 ( )  
お仕事の内容 ( )  
お名前 ( )

1. ご評価(各欄に をご記入ください)

項 目	大変良い	良 い	普 通	悪 い	大変悪い
全体の構成					
説明内容					
用語解説					
調べやすさ					
デザイン, 字の大きさなど					
その他( )					
( )					

2. わかりやすい所(第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他 )

理由 [ ]

3. わかりにくい所(第 章, 第 章, 第 章, 第 章, その他 )

理由 [ ]

4. ご意見, ご要望

5. このドキュメントをお届けしたのは

NEC販売員, 特約店販売員, その他( )

ご協力ありがとうございました。

下記あてにFAXで送信いただくか, 最寄りの販売員にコピーをお渡ししてください。

日本電気(株) NEC エレクトロニクス  
半導体テクニカルホットライン

FAX : (044) 435-9608

2000.6