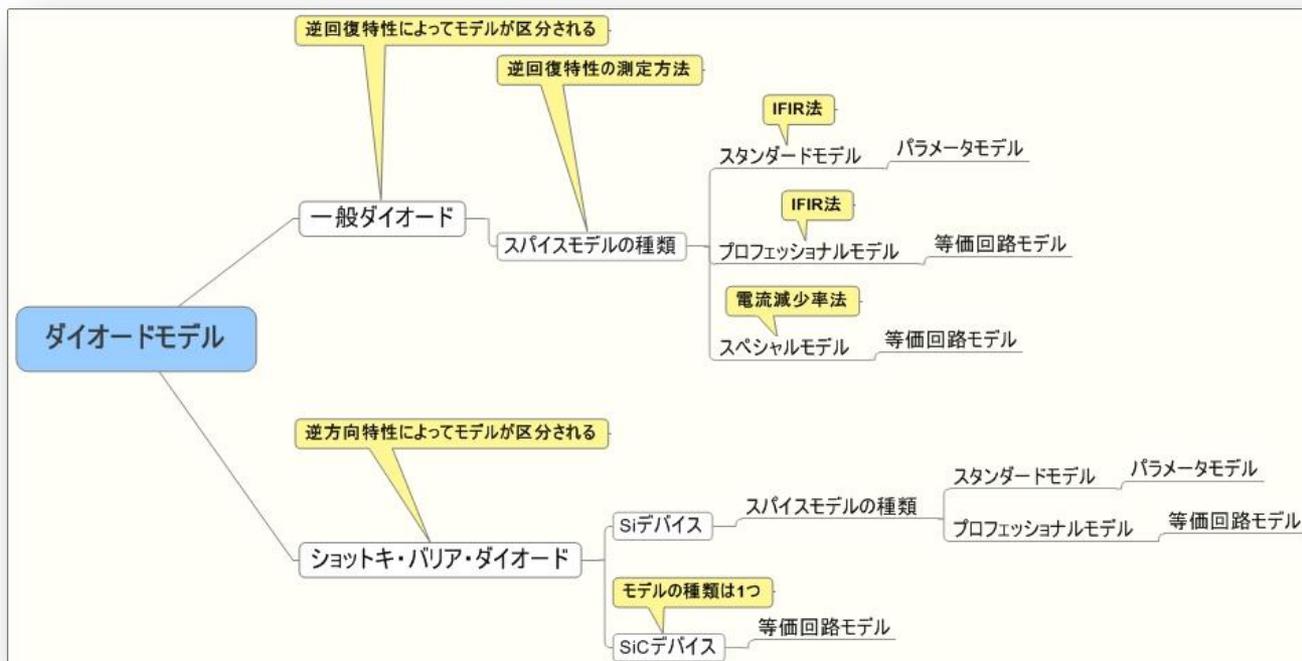


ダイオードのスパイスモデル

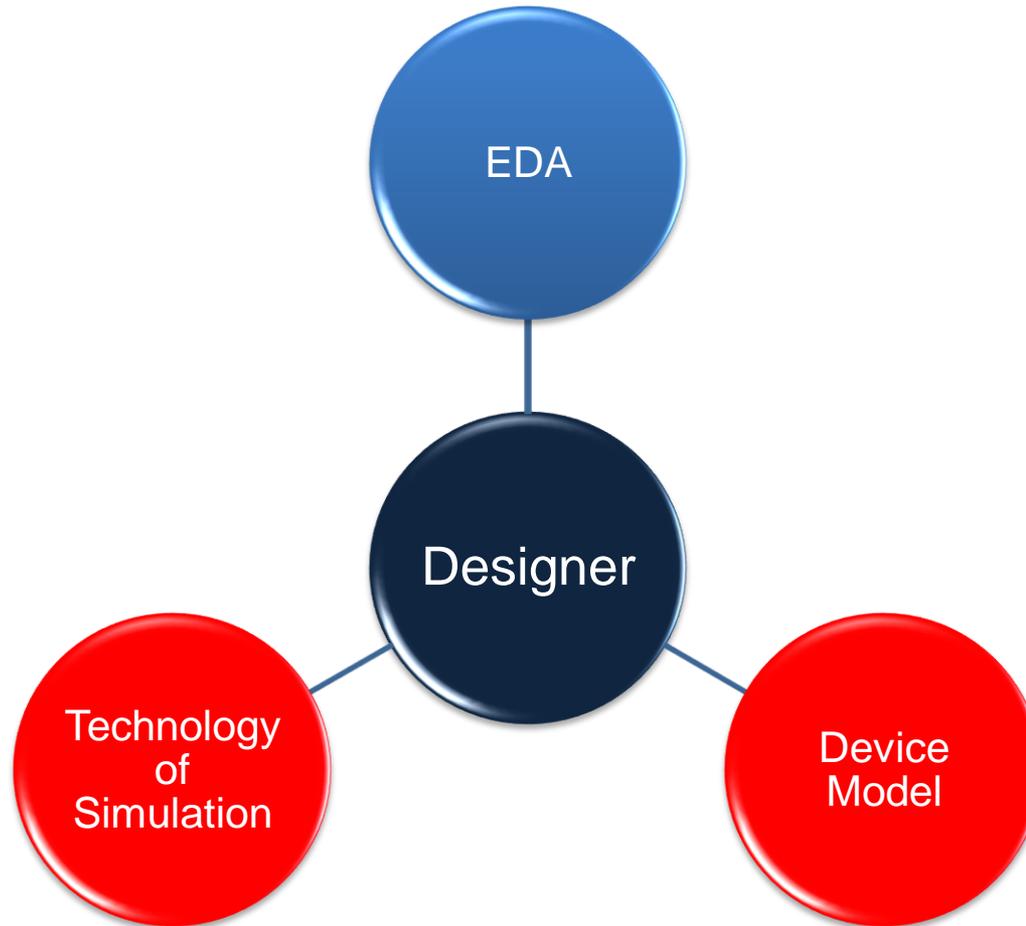
2010年10月21日(木曜日)



株式会社ビー・テクノロジー

<http://www.bee-tech.com/>

horigome@bee-tech.com



モデル

デザインキット
回路方式のテンプレート

回路解析シミュレータ
Spice 系回路解析シミュレータ

ABM=Analog Behavior Model



Bee Technologies 株式会社ビー・テクノロジー
デバイス・モデリング・カンパニー

English



デバイスモデリングサービス
・半導体部品
・受動部品
・バッテリー
・モーター

スパイスパーク
デバイスモデルのライブラリです。それぞれのモデルにデバイスモデリング・レポートが含まれています。

デザインキット
モデル、シミュレーションデータ、解説書がセットになったデザインキットです。

デバイスモデリング教材
モデルの学習の教材です。モデリング手法と評価方法をご提供しています。

EDA環境のご提案

製品ラインナップ

デバイスモデリングセミナー 回路解析シミュレーションセミナー	少人数形式で「基礎学習」+「体験学習」でスキルUp
Bee Style: 月刊の技術情報冊子	無料で皆様のお手元にご送致致します。ご希望の方はこちらをご参照下さい。

Bee Technologies ▶ お問い合わせ

- ▶ 会社情報
- ▶ ミッション
- ▶ 事業概要
- ▶ 販売代理店

blog | Device Modeling Laboratory
Research and Development

太陽電池システムの検証を回路解析シミュレーションでご提案致します

最新情報をメール・マガジン(無料)で配信しています。ご登録はこちらからお願致します。

What's New

- ▶ 2010/10/18
[有料セミナー]「LTspiceを使いこなそう」は満席になりました。ご応募、ありがとうございました。
- ▶ 2010/10/14
[お知らせ]トランジスタ技術2010年11月号に「世界のアキバ、タイ・バンコク編」の記事が掲載されました。こちらをご参照下さい。
- ▶ 2010/10/13

All Rights Reserved copyright (C) Bee Technologies Inc.

55種類のデバイス、3,468モデル(2010年10月20日現在)をご提供中。
 現在、グローバル版スパイス・パーク(2010年11月中旬にオープン)を準備中。



スパイス・パーク

e-mail:
Password:

<p>半導体部品</p> <p>ダイオード</p> <p>ショットキ・バリア・ダイオード</p> <p>ツェナー・ダイオード</p> <p>レーザー・ダイオード</p> <p>LED</p> <p>Junction FET</p> <p>MOSFET</p> <p>トランジスタ</p> <p>ダーリントン・トランジスタ</p> <p>IGBT</p> <p>ボルテージ・リファレンス</p> <p>ボルテージ・レギュレータ</p> <p>シャント・レギュレータ</p> <p>オペアンプ</p> <p>コンパレータ</p> <p>サイダック</p> <p>フォトカプラ</p> <p>光デバイス</p> <p>バリスタ</p> <p>サージ・アブソーバ</p> <p>サーミスタ</p> <p>サイリスタ</p> <p>PWM IC</p> <p>アナログIC</p>	<p>デジタルトランジスタ</p> <p>BRT</p> <p>デジタルIC</p> <p>PUT</p> <p>水晶振動子</p> <p>フォトダイオード</p> <p>PINダイオード</p> <p>受動部品</p> <p>セラミックコンデンサ</p> <p>電解コンデンサ</p> <p>フィルムコンデンサ</p> <p>チョークコイル</p> <p>コモンモード・チョークコイル</p> <p>トランス</p> <p>コイル</p> <p>コア</p> <p>水晶発振子</p> <p>抵抗</p> <p>バッテリー</p> <p>アルカリ電池</p> <p>リチウム電池</p> <p>リチウムイオン電池</p> <p>ニッケルマンガン電池</p> <p>ニッケル水素電池</p> <p>オキシライド電池</p>	<p>マンガン電池</p> <p>太陽電池</p> <p>鉛蓄電池</p> <p>機構部品</p> <p>トグルスイッチ</p> <p>スピーカー</p> <p>モータ</p> <p>DCモータ</p> <p>ランプ</p> <p>白熱電球</p> <p>ハロゲンランプ</p>	<p>はじめに</p> <p>新規登録(無料)にて、メールアドレスとパスワードを登録して下さい。</p> <p>説明書</p> <p> (1.6MB)をご参照下さい(Bee Style.vol.012)。</p> <p>特徴</p> <p>回路解析シミュレーションのプロセスにおいて、90%の時間がスパイスモデルの入手、デバイスモデリング及びモデルの評価に費やされています。これらを解決するサービスです。</p> <p>(1)用途に応じたスパイスモデルが選択出来ます プロフェッショナルモデル、スタンダードモデル、温度モデル等</p> <p>(2)デバイスモデリングレポートを参照出来ます ネットリストだけではなく、スパイスモデルの評価レポートをご購入前に参照出来ます</p> <p>(3)決済方法は柔軟に対応します</p> <p>ロードマップ(スパイスモデルの提供時期)</p> <p>PSpice用コイル直流重畳特性モデル(2010年9月28日公開開始)</p> <p>LTSpice用スパイスモデル(2010年10月04日から順次公開)</p> <p>太陽電池のLTSpice用スパイスモデル(2010年10月08日から公開)</p> <p>セミナー情報 [NEW]</p> <p>2010年10月21日 スパイスモデル解説:ダイオード(SPICE全般)[満席]</p> <p>2010年11月05日 LTSpiceを使いこなそう(LTSpice)[満席]</p> <p>運営会社</p> <p>株式会社ビー・テクノロジー E-mail: info@bee-tech.com</p>
--	---	--	---

[新着情報]
 2010年10月13日(水曜日) カテゴリー「白熱電球」のスパイスモデルのご提供価格を改定致しました。
 2010年10月12日(火曜日) カテゴリー「DCモータ」のスパイスモデルのご提供価格を改定致しました。
 2010年10月11日(月曜日) カテゴリー「スピーカー」のスパイスモデルのご提供価格を改定致しました。

Bee Style:

Bee Style:<http://www.spicepark.com/>
スパイス・パークのログイン後トップページにて、PDFでバックナンバーも含め
PDF形式で参照及びダウンロード出来ます。



順方向特性(共通)
接合容量特性(共通)
逆回復特性(それぞれのモデルで特徴がある)

スタンダード
モデル
(パラメータ
モデル)

プロフェッショナル
モデル
(等価回路モデル)

スペシャルモデル
電流減少率モデル

青色と橙色にはモデルの世界観が異なる
青色はIFIR法
橙色は電流減少率法

ダイオードのスパイスモデルの推移

デバイスモデリング教材をご活用下さい(12種類)

スタンダードモデル
(パラメータモデル)

プロフェッショナルモデル
(等価回路モデル)

スペシャルモデル
電流減少率モデル



製品ラインナップ

[デバイスモデリング教材]

●ダイオード編 デバイスモデリング教材 価格10,500円(消費税込み)

デバイスモデリングの基礎であるダイオードに関するデバイスモデリングの教材です。ダイオード・モデルのご理解に是非、ご活用下さい。教材CD-Rの中にパワー・ポイント(159枚)のファイルが格納してあります。

目次

1. デバイスモデリングについて
2. ダイオードモデルのデバイスモデリング
- 2.1 IS,N,RS,IJKの抽出方法
- 2.2 CJO,VJ,Mの抽出方法
- 2.3 TTの抽出方法
- 2.4 BV,IBVの抽出方法
- 2.5 PSpice Model Editor
3. デバイスモデルの評価方法
- 3.1 順方向特性の評価解析シミュレーション
- 3.2 容量特性の評価解析シミュレーション
- 3.3 逆回復特性の評価解析シミュレーション
4. ダイオードモデルのデバイスモデリング実習
5. ショットキ・バリア・ダイオードのデバイスモデリングについて
6. ダイオードモデルの観点について
7. サーマル・デバイスモデルについて
8. ダイオードモデルの応用事例
- 8.1 LED
- 8.2 レーザー・ダイオード
- 8.3 フォト・ダイオード
- 8.4 パリスタ
9. 質疑応答

ご注文、お問合せ先

ご注文方法について

電子メールにて、氏名、所属名、ご住所、電話番号を記載の上、ご郵送下さい。また、納期及びお支払い方法については、メールにてお返事申し上げます。
※この教材は、2004年のデバイスモデリングセミナーで活用した教材です。



製品ラインナップ

[デバイスモデリング教材]

●逆回復特性(Trr+jtrb=trr)を考慮したダイオードモデル編 価格21,000円(消費税込み)

ダイオードのパラメータ・モデルでは、逆回復特性をパラメータTT、1個で表現しており、逆回復特性を忠実に表現してありません。逆回復特性を忠実に再現する為には、等価回路モデルを採用しなければなりません。このモデルの用途は、回路上面にて、スイッチング時間が影響する場合、特にパワー・エレクトロニクスにおいて、パワー-MOSFETのポワダイオード、IGBTのFWDに有効です。等価回路モデルのご紹介、等価回路モデルのご理解に是非、ご活用下さい。また、電流減少率(did)モデルの最新研究の成果、及びサーマル・デバイスモデルも掲載しています。

目次

1. デバイスモデリングについて
2. デバイスモデリング
- 2.1 ダイオードのパラメータモデルとビヘビアモデルの相違点
- 2.2 ビヘビアモデルの考え方 (5方式：ビヘブロジー考案)
- 2.3 順方向特性のパラメータの抽出方法
- 2.4 容量特性のパラメータの抽出方法
- 2.5 逆回復特性の抽出方法
3. デバイスモデルの評価方法
- 3.1 順方向特性の評価解析シミュレーション
- 3.2 容量特性の評価解析シミュレーション
- 3.3 逆回復特性の評価解析シミュレーション
4. サーマル・デバイスモデリング
5. ダイオードモデルのデバイスモデリング実習
- 5.1 デバイスモデリング
- 5.2 評価回路シミュレーション
6. FCC 回路におけるノイズ解析シミュレーション
- 6.1 FCC 回路方式
- 6.2 回路解析シミュレーションの考え方
- 6.3 デバイスモデルを組み込み、回路解析シミュレーション
7. 電流減少率 did モデルのご紹介
8. 質疑応答

ご注文、お問合せ先

ご注文方法について

電子メールにて、氏名、所属名、ご住所、電話番号を記載の上、ご郵送下さい。また、納期及びお支払い方法については、メールにてお返事申し上げます。
※この教材は、2004年のデバイスモデリングセミナーで活用した教材です。

スタンダードモデル

→逆回復特性(trr)をモデルパラメータTTのみで表現する

プロフェッショナルモデル

→逆回復特性(trr)を波形レベル($trr = trj + trb$)で等価回路で表現する。

一般に、デバイスモデルは、大きく分類すると、2つに区分出来ます。

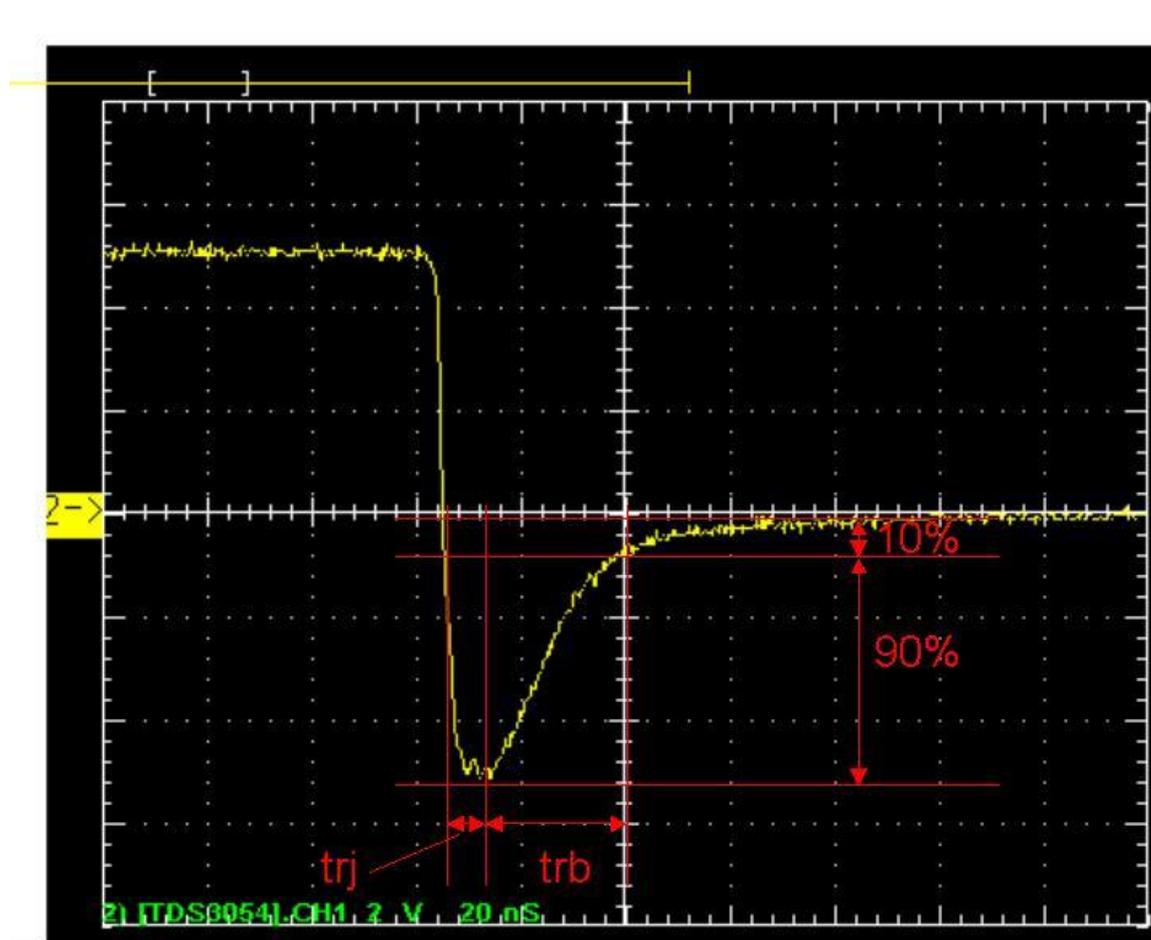
①パラメータ・モデル

⇒デバイスモデル記述をパラメータのみで、表現します。単体のダイオード、ショットキ・バリア・ダイオードMOSFET、トランジスタ、Junction FET、a-Si TFT、poly-Si TFTなどのデバイスがモデルパラメータで表現されています。

但し、上記デバイスの場合でも、特定の電気的特性を持たせる為に、パラメータ・モデルをメインとして、周辺に、等価回路を組み込み、ビヘイビアモデルとして、表現する場合があります。

②ビヘイビア・モデル=等価回路モデル=マクロモデル

⇒デバイスの電気的表現を、ビヘイビア素子などを活用し、等価回路でデバイスを表現しているモデルです。上記以外(大部分)のデバイスモデルは、ビヘイビア・モデルで表現されています。



逆回復時間の定義

***\$**
***Part number:SF20LC30**
***Manufacturer:SHINDENGEN**
***All Rights Reserved Copyright (C) Bee Technologies Inc.**
.MODEL SF20LC30 D
+ IS=85.678E-6
+ N=3.1502
+ RS=6.8466E-3
+ IKF=1.0882
+ CJO=309.32E-12
+ M=.41724
+ VJ=.53477
+ ISR=0
+ BV=300
+ IBV=250.00E-9
+ TT=11.542E-9
***\$**

↵

Pspice model parameter ↵	Model description ↵
IS ↵	Saturation Current ↵
N ↵	Emission Coefficient ↵
RS ↵	Series Resistance ↵
IKF ↵	High-injection Knee Current ↵
CJO ↵	Zero-bias Junction Capacitance ↵
M ↵	Junction Grading Coefficient ↵
VJ ↵	Junction Potential ↵
ISR ↵	Recombination Current Saturation Value ↵
BV ↵	Reverse Breakdown Voltage (a positive value) ↵
IBV ↵	Reverse Breakdown Current (a positive value) ↵
TT ↵	Transit Time ↵

↵

スタンダードモデル

```
*$
* PART NUMBER: 1SR139-400
* MANUFACTURER: ROHM
* VRM=400,IO=1.0A=IFSM=40A
* All Rights Reserved Copyright (C) Bee Technologies Inc.
.MODEL 1SR139-400 D
+ IS=11.797E-12
+ N=1.3533
+ RS=52.928E-3
+ IKF=.20632
+ ISR=0
+ CJO=22.539E-12
+ M=.36819
+ VJ=.46505
+ BV=400
+ IBV=10.000E-6
+ TT=7.6751E-6
.ENDS
*$
```

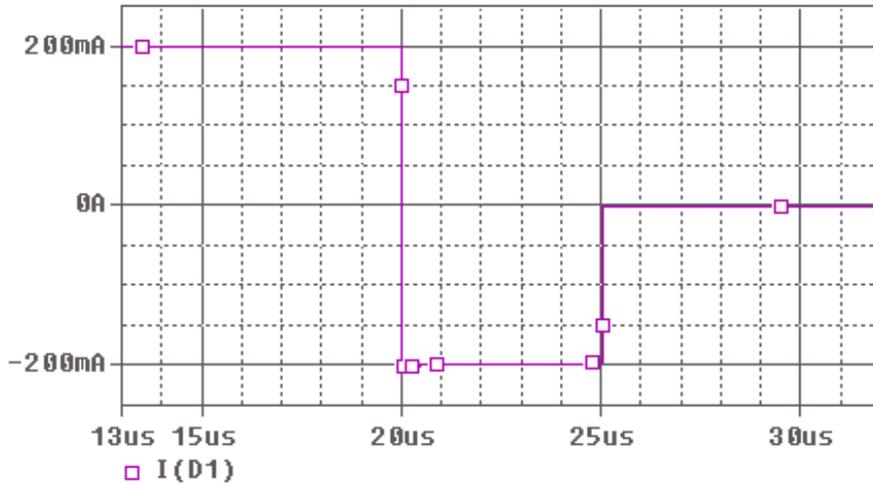
COMPONENTS:
DIODE/ GENERAL PURPOSE RECTIFIER
PART NUMBER: 1SR139-400
MANUFACTURER: ROHM

プロフェッショナルモデル

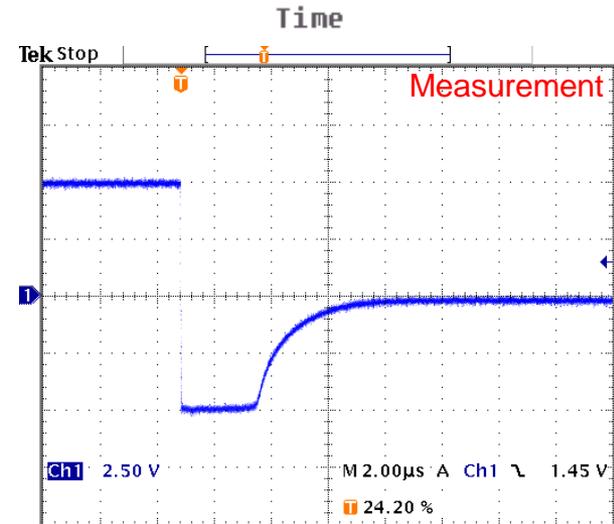
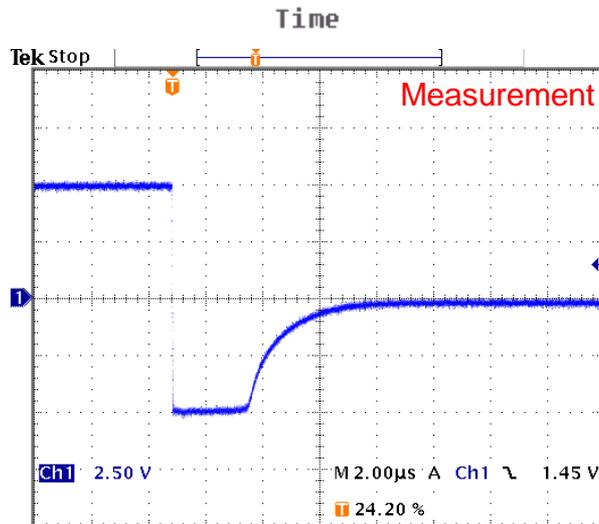
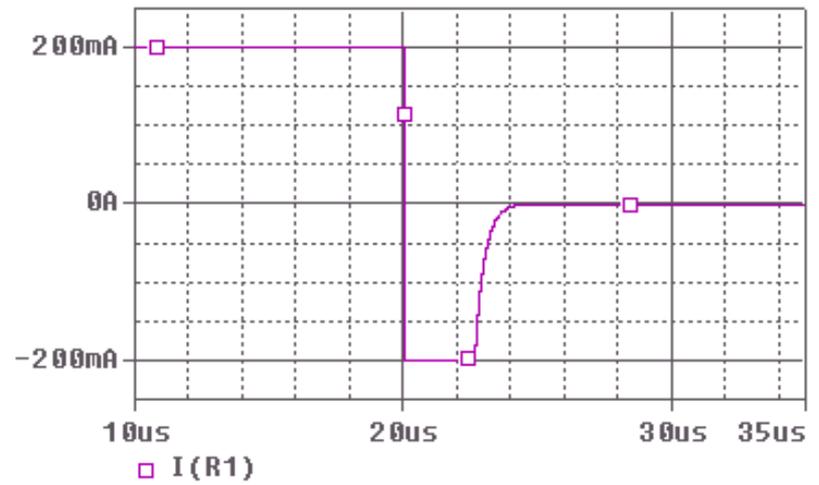
```
*$
* PART NUMBER: 1SR139-400
* MANUFACTURER: ROHM
* VRM=400,IO=1.0A=IFSM=40A
* All Rights Reserved Copyright (C) Bee Technologies Inc.
.SUBCKT D1SR139-400 A K
R_R2 5 6 3500
R_R1 3 4 1
C_C1 5 6 100p
E_E1 5 K 3 4 1
S_S1 6 K 4 K_S1
RS_S1 4 K 1G
.MODEL _S1 VSWITCH Roff=50MEG Ron=1m Voff=90mV Von=100mV
G_G1 K A VALUE { V(3,4)-V(5,6) }
D_D1 2 K D1SR139-400
D_D2 4 K D1SR139-400
F_F1 K 3 VF_F1 1
VF_F1 A 2 0V
.MODEL D1SR139-400 D
+ IS=11.801E-12
+ N=1.3533
+ RS=52.928E-3
+ IKF=.20632
+ ISR=0
+ CJO=22.539E-12
+ M=.36819
+ VJ=.46505
+ BV=400
+ IBV=10.000E-6
+ TT=3.8551E-6
.ENDS
*$
```

ダイオードモデルによる逆回復特性の違い

スタンダードモデル



プロフェッショナルモデル



電流減少率モデルは、デバイス自体の特性よりも外部回路による電流減少率を如何に表現するかがポイントとなる。

電流減少率は、構成される回路定数で決定される為である。

モデルの等価回路において、外部回路により決定される電流減少率を検出し、それをデバイス自体の振る舞いに反映させる機能を持たせなければならない。

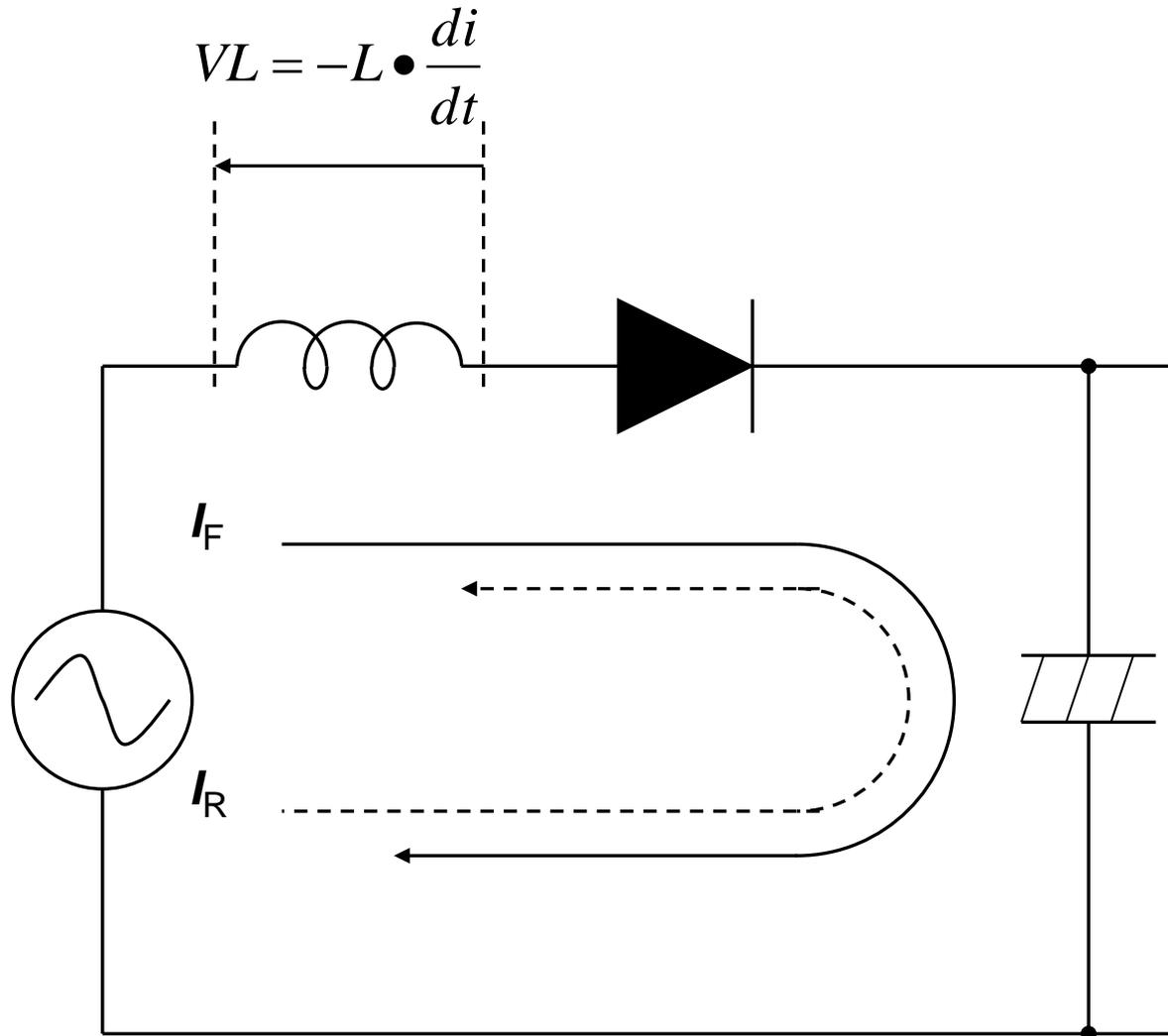
等価回路のポイント

trb期間中の時定数

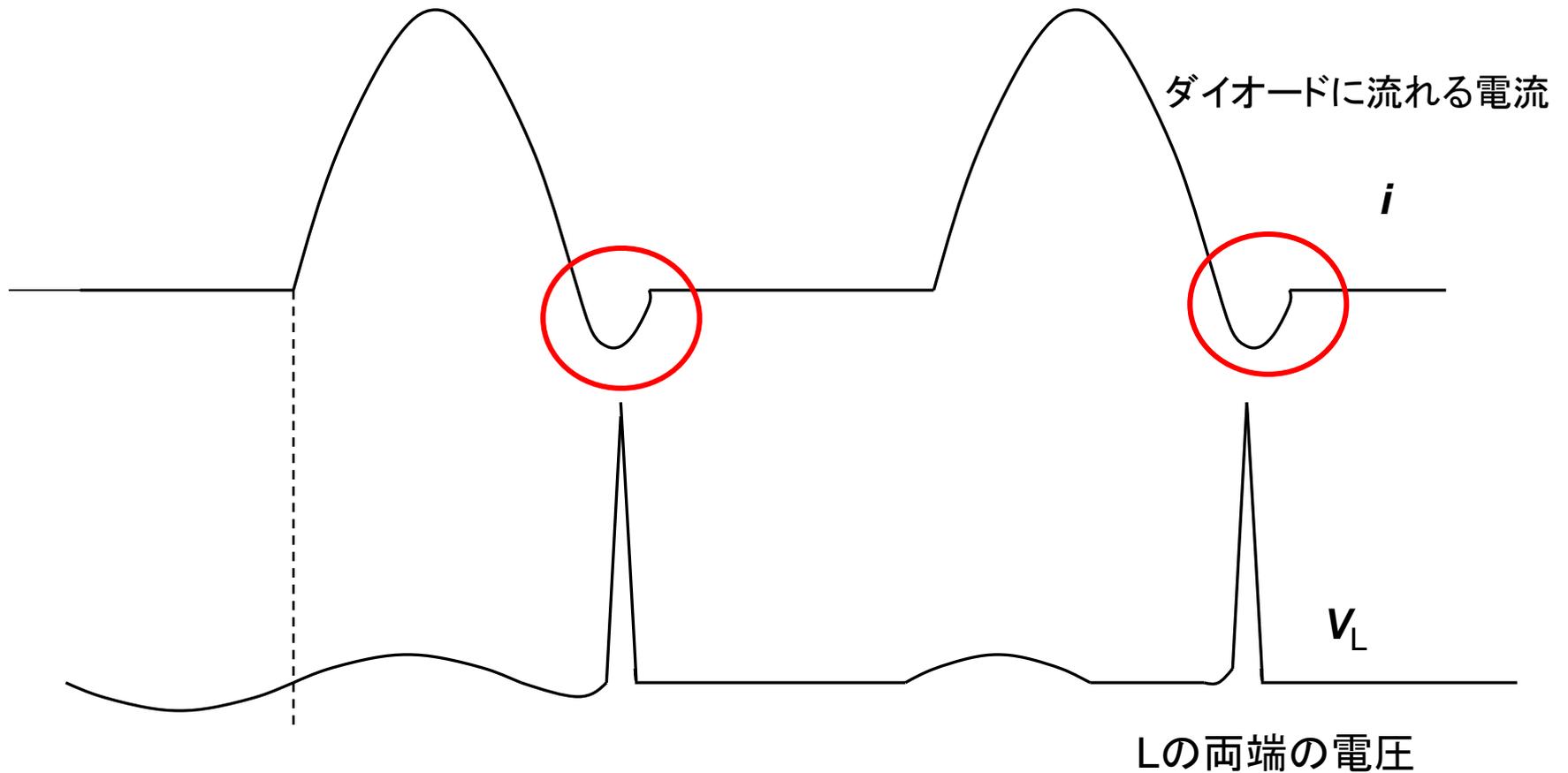
$$i = I * \exp\left(-\frac{t}{R * C}\right) \quad \tau = R * C$$

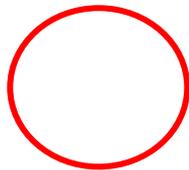
電流減少率モデルは、ダイオード単体だけではなく、パワーMOSFETのボディ・ダイオード、IGBTのFWDにも採用されています。

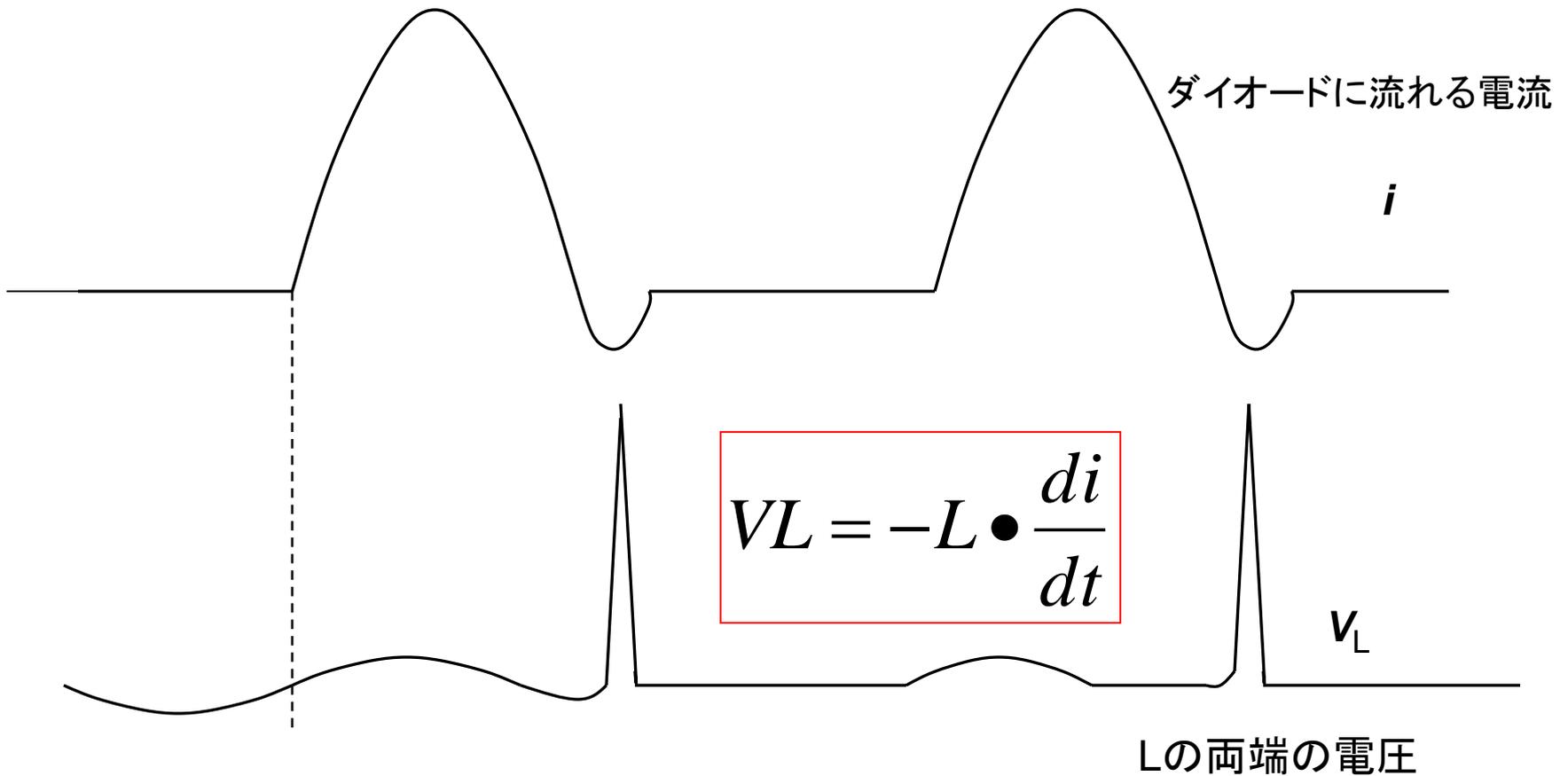
スペシャルモデル(電流減少率モデル)



スペシャルモデル(電流減少率モデル)

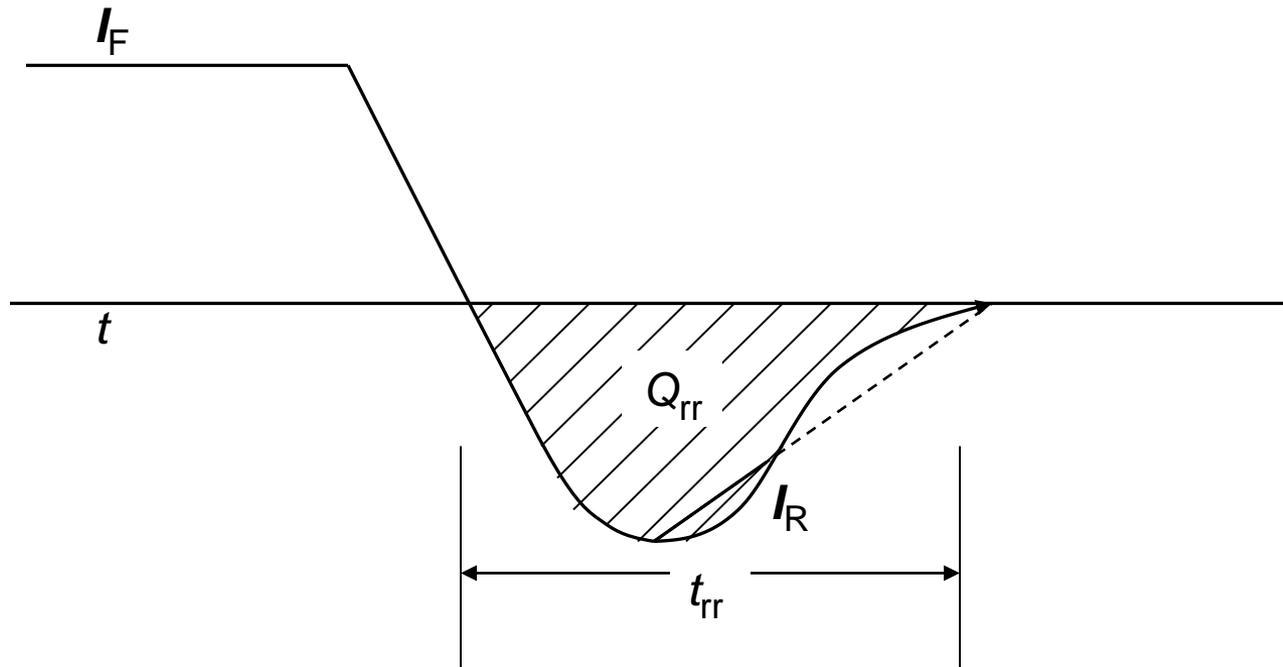


 リカバリー現象の領域



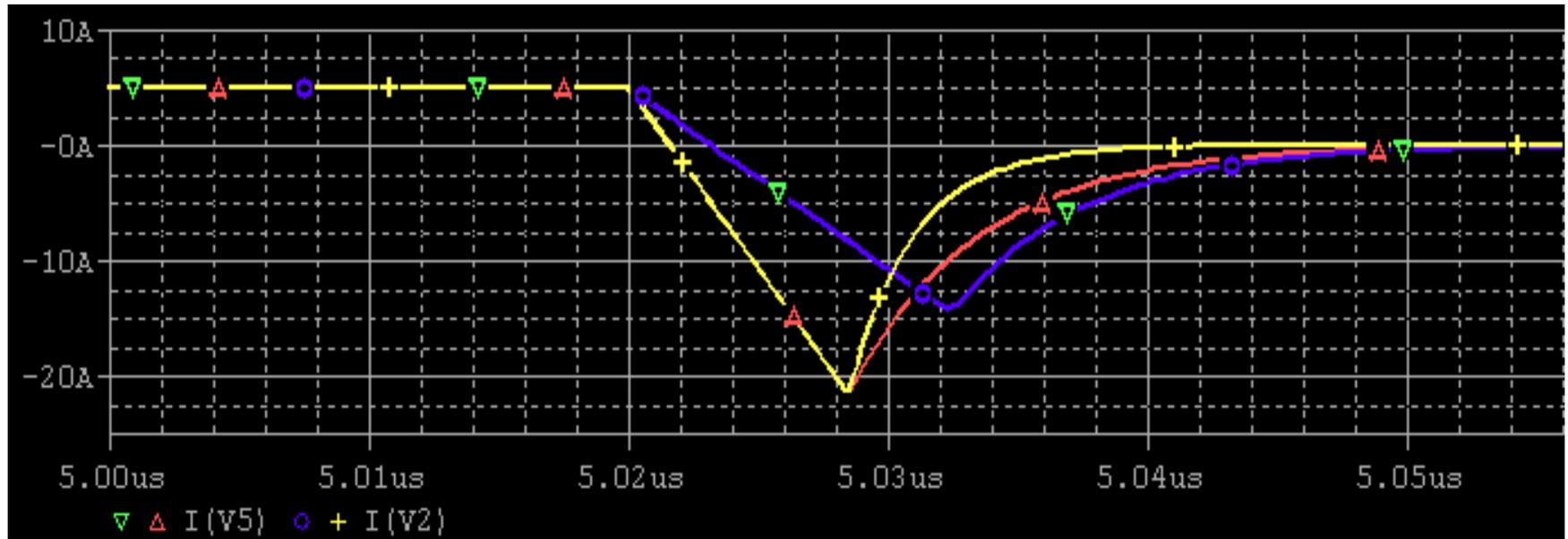
インダクタンスLの両端にVLの電圧が発生し、ノイズを引き起こす。

スペシャルモデル(電流減少率モデル)



電流変化率 di/dt が大きいとノイズの原因になる。

スペシャルモデル(電流減少率モデル)



ハード・リカバリー、ソフトリカバリーも表現出来る

黄色線⇒ハード・リカバリー

赤線⇒ソフト・リカバリー

順方向特性(共通)
接合容量特性(共通)
逆方向特性(それぞれのモデルで特徴がある)

スタンダード
モデル
(パラメータ
モデル)

プロフェッショナル
モデル
(等価回路モデル)

SiC SBD モデル
(等価回路モデル)

青色はSiデバイス
橙色はSiCデバイス
赤で囲まれた等価回路は共通

SiからSiC(シリコン・カーバイド)への期待

SiC(シリコン・カーバイド)は3つの大きな特徴があります。

(1)リカバリー時間が非常に小さい

SiCデバイスは多数キャリア・デバイスの為、蓄積された少数キャリアがありません。よって、逆回復電流がありません。これは $-di/dt$ 法で逆回復特性を測定した場合の t_{rr} が非常に小さい値である事を意味します。

(2)ブレークダウン電圧がシリコンの約10倍

Siデバイスと比較して約10倍高いSiCデバイスは、オン抵抗を低くする事が出来、これが大きな特徴になります。

(3)バンドギャップがSiデバイスの約3倍

スパイスのモデルパラメータではEGに相当します。Siデバイスの場合、 $EG=1.11$ ですが、SiC(6H)の場合、 $EG=2.86$ 、SiC(4H)の場合、 $EG=3.02$ となります。

ショットキ・バリア・ダイオードモデル(等価回路モデル)



```

*$
* PART NUMBER:CSD01060A
* MANUFACTURER: Cree, Inc.
* VRM=600,Io=1A
* All Rights Reserved Copyright (C) Bee Technologies Inc.
.SUBCKT CSD01060A PIN1 PIN2 CASE
X_U1 PIN2 CASE CSD01060_pro
R_Rs PIN1 CASE 10u
.ENDS
*$
.SUBCKT CSD01060_pro A K
V_V_I A N00040 0Vdc
V_V_Ifwd IN2 K 0Vdc
E_E1 VREV 0 VALUE { IF(V(A,K)>0, 0,V(A,K)) }
E_E3 I_REV0 0 VALUE { 1.4857e-08*exp(0.0089931*(-V(Vrev))) }
E_E4 I_REV 0 VALUE { V(I_rev0)*V(Vr_small)-I(V_V_Irev) }
E_E6 IN K VALUE { IF(V(A,K)>0, V(A,K),0) }
V_V_Irev VREV1 VREV 0Vdc
G_ABMI1 N00040 K VALUE { I(V_V_Ifwd)-V(I_rev) }
    
```

```

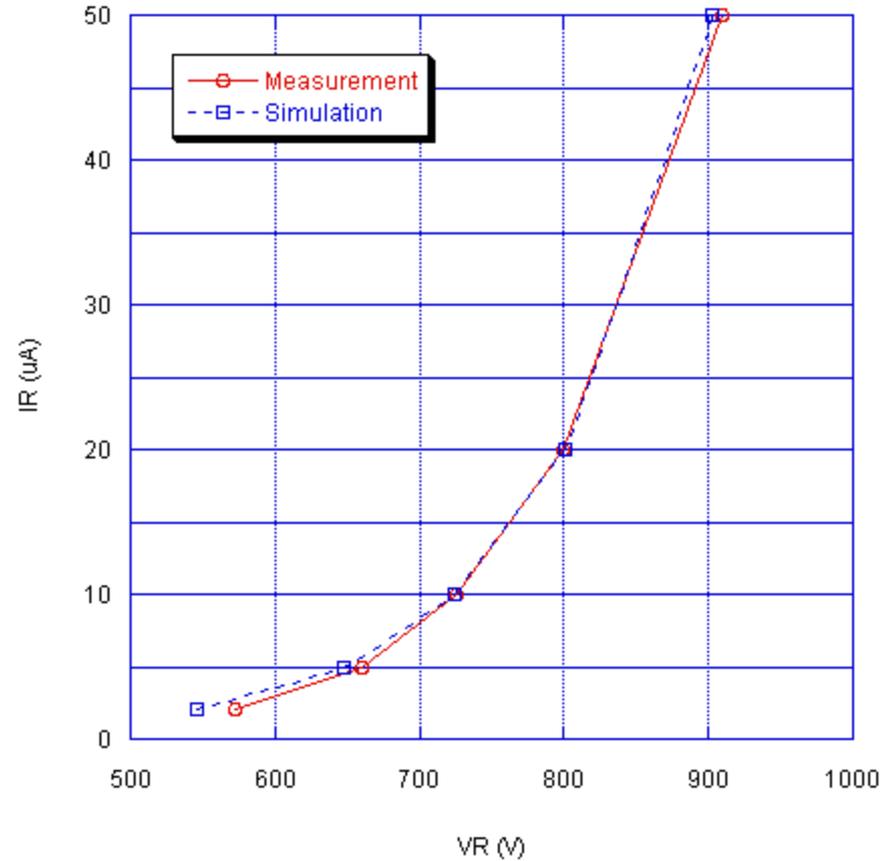
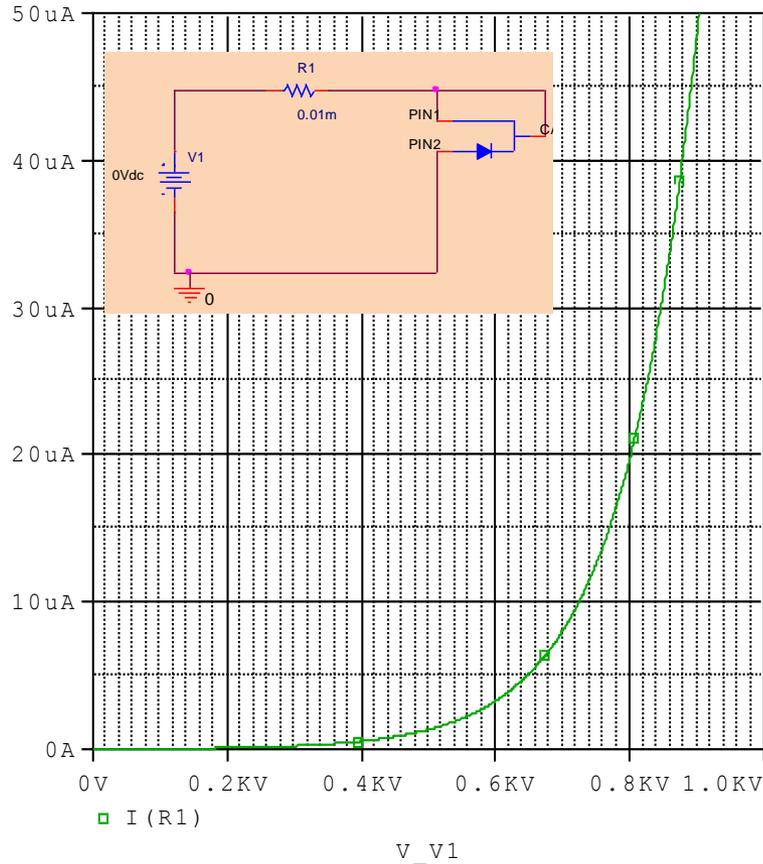
E_E2 VR_SMALL 0 TABLE { V(Vrev) }
+ ( (-0.1,1) (0,0) )
D_D3 IN IN2 DCSD01060
R_R1 0 VR_SMALL 10MEG
D_D4 VREV1 0 DCSD01060
R_R2 0 I_REV0 10MEG
R_R3 0 I_REV 10MEG
.MODEL DCSD01060 D
+ IS=10.000E-21 N=.84507 RS=.37671 IKF=12.100
+ CJO=111.88E-12 M=.39264 VJ=.54581
+ BV=1000 IBV=20.000E-6
+ ISR=0 NR=1 EG=3.0 TT=0
.ENDS
*$
    
```

Model Type	Report	Simulation	Version	Update	List Price(YEN)	Your Save(YEN)	Price(YEN)	Order
Professional Model	(77KB)	PSpice	1.0	06NOV2009	30,000	30,000(100%)	0	Order

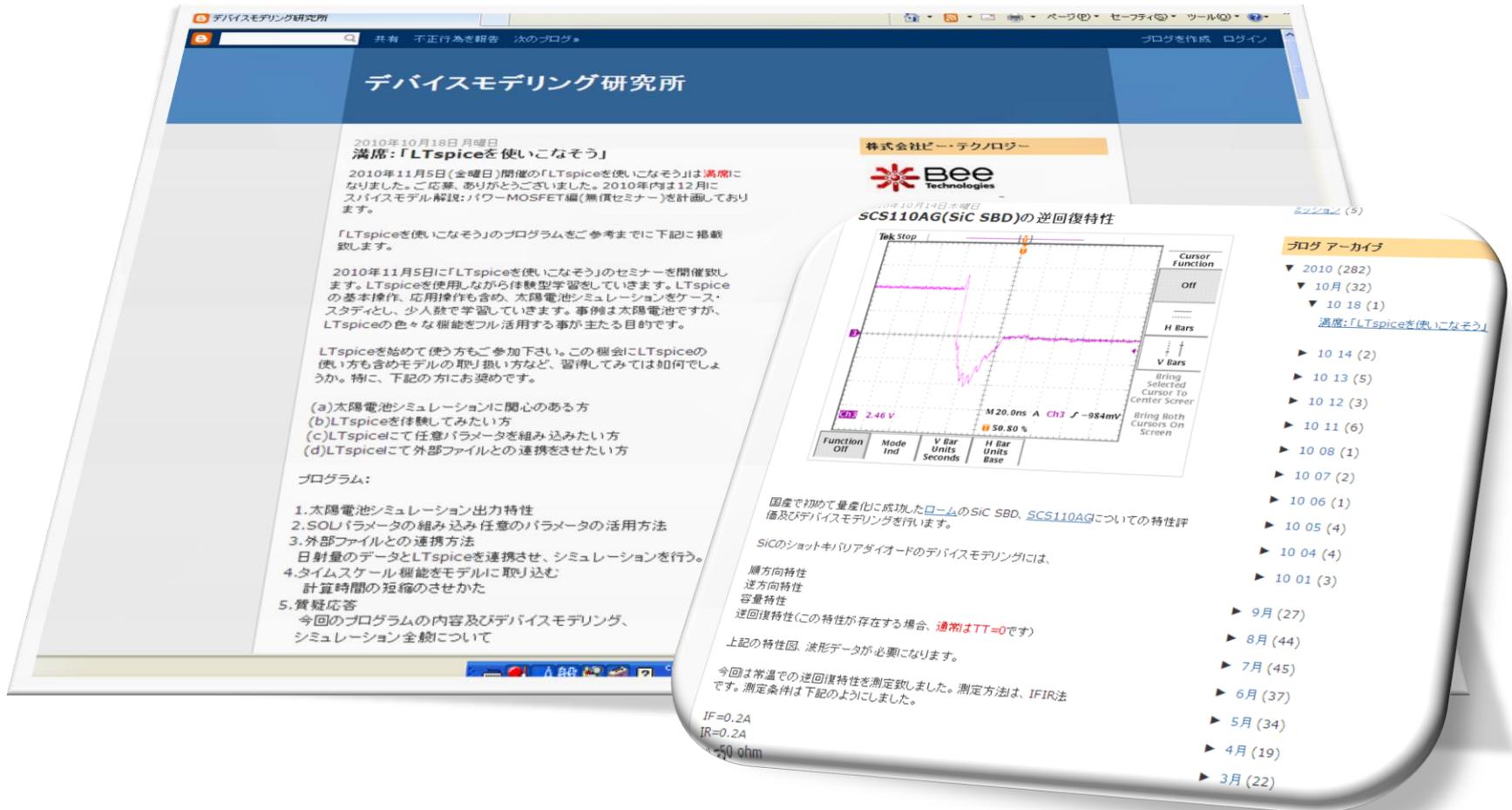
All Rights Reserved copyright (C) Bee Technologies Inc.

スパイス・パークで無償提供中 <http://www.spicemark.com>

Reverse Characteristic



デバイスモデリング研究所(<http://beetech-icyk.blogspot.com/>)



デバイスモデリング研究所

2010年10月18日 月曜日
満席:「LTspiceを使いこなそう」

2010年11月5日(金曜日)開催の「LTspiceを使いこなそう」は**満席**になりました。ご応募、ありがとうございました。2010年内は12月にスパイスモデル解説:パワー-MOSFET編(無償セミナー)を計画しております。

「LTspiceを使いこなそう」のプログラムをご参考までに下記に掲載致します。

2010年11月5日に「LTspiceを使いこなそう」のセミナーを開催致します。LTspiceを使用しながら体験型学習をしていきます。LTspiceの基本操作、応用操作も含め、太陽電池シミュレーションをケース・スタディとし、少人数で学習していきます。事例は太陽電池ですが、LTspiceの色々な機能をフル活用する事が主たる目的です。

LTspiceを始めて使う方もご参加下さい。この機会にLTspiceの使い方も含めモデルの取り扱い方など、習得してみても如何でしょうか。特に、下記の方にお奨めです。

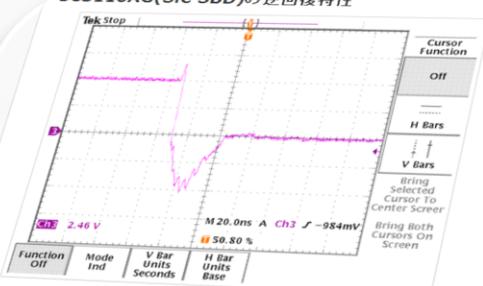
(a)太陽電池シミュレーションに関心のある方
 (b)LTspiceを体験してみたい方
 (c)LTspiceにて任意パラメータを組み込みたい方
 (d)LTspiceにて外部ファイルとの連携させたい方

プログラム:

- 1.太陽電池シミュレーション出力特性
- 2.SOLパラメータの組み込み 任意のパラメータの活用方法
- 3.外部ファイルとの連携方法
- 4.日射量のデータとLTspiceを連携させ、シミュレーションを行う。
日射量のデータとLTspiceを連携させ、シミュレーションを行う。
4.タイムスケール機能をモデルに取り込む
計算時間の短縮のさせかた
- 5.質疑応答
今回のプログラムの内容及びデバイスモデリング、シミュレーション全般について

株式会社ビー・テクノロジー

2010年10月14日 木曜日
SCS110AG(SiC SBD)の逆回復特性



国産で初めて量産化に成功した**ローム**のSiC SBD、**SCS110AG**についての特性評価及びデバイスモデリングを行います。

SiCのショットキバリアダイオードのデバイスモデリングには、
 順方向特性
 逆方向特性
 容量特性
 逆回復特性(この特性が存在する場合、**通常はTT=0**です)

上記の特性図、波形データが必要になります。

今回は常温での逆回復特性を測定致しました。測定方法は、IFIR法です。測定条件は下記のようにしました。

IF=0.2A
 IR=0.2A
 t=50 ohm

ブログ アーカイブ

- ▼ 2010 (282)
- ▼ 10月 (32)
- ▼ 10 18 (1)
 - 満席:「LTspiceを使いこなそう」
- ▶ 10 14 (2)
- ▶ 10 13 (5)
- ▶ 10 12 (3)
- ▶ 10 11 (6)
- ▶ 10 08 (1)
- ▶ 10 07 (2)
- ▶ 10 06 (1)
- ▶ 10 05 (4)
- ▶ 10 04 (4)
- ▶ 10 01 (3)
- ▶ 9月 (27)
- ▶ 8月 (44)
- ▶ 7月 (45)
- ▶ 6月 (37)
- ▶ 5月 (34)
- ▶ 4月 (19)
- ▶ 3月 (22)



【本社】

株式会社ビー・テクノロジー

〒105-0012 東京都港区芝大門二丁目2番7号 7セントラルビル4階

代表電話: 03-5401-3851

設立日:2002年9月10日

資本金:8,830万円

【子会社】

Bee Technologies Corporation (アメリカ)

Siam Bee Technologies Co.,Ltd. (タイランド)

本ドキュメントは予告なき変更をする場合がございます。ご了承ください。また、本文中に登場する製品及びサービスの名称は全て関係各社または個人の各国における商標または登録商標です。本原稿に関するお問い合わせは、当社にご連絡下さい。

お問い合わせ先)

info@bee-tech.com