スイッチングレギュレータシリーズ

SPICE マクロモデル使用方法（DC/DC 編）

このアプリケーションノートは、シミュレーションに使用する SPICE マクロモデル(以下 SPICE モデルとする)の導入方法、及び、回路シンボルの配置について説明しています。

目次

1. 代表的なアプリケーション回路 2
2. IC の SPICE モデルとは 2
3. SPICE モデルへのアクセス方法 3
   - 3.1 ROHM Web ページでの SPICE モデル取得方法 3
   - 3.2 PSPICE Community での SPICE モデル取得方法 3
4. シミュレーション準備 4
   - 4.1 SPICE モデルの登録 4
     - 4.1.1 PSpice を使用する場合 4
     - 4.1.2 その他シミュレータを使用する場合 6
   - 4.2 シミュレーション用素子の配置 6
   - 4.3 回路図の結線 6
   - 4.4 各種プロパティの入力 7
5. シミュレーション 7

Appendix 8
- SPICE モデルにおいてパラメータを設定する利点と設定方法 8

© 2018 ROHM Co., Ltd.

No. 61AN046J Rev.001
2018.8

1. 代表的なアプリケーション回路

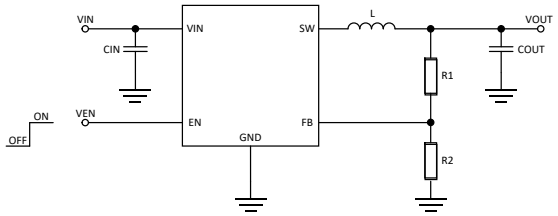

Figure 1. 可変出力 DC/DC の基本回路図

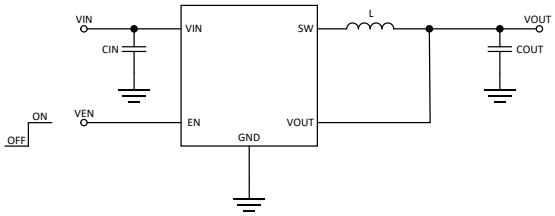

Figure 2. 固定出力 DC/DC の基本回路図

ピン名	機能
SW	スイッチ Pin
FB	出力電圧設定 Pin
VOUT	出力電圧検出 Pin
GND	グラウンド Pin
EN	イネーブル Pin
VIN	入力 Pin

2. IC の SPICE モデルとは

各種 SPICE シミュレータを用いたシミュレーションは IC 内部の素子数(ノード数)が増えると、シミュレーション時間が長くなる傾向にあります。使用者にとって、シミュレーション時間は短い方が良いのは当然です。そこで、多数のノードを少数のノードに簡略化した回路が要求されます。この簡略化された回路を言語で記述したものが SPICE モデルです(Figure 3)。

しかし、一つの SPICE モデルで実機の機能動作全てを再現できないこともあり、その場合は、複数の SPICE モデルを用いて、補完しています。よって、使用用途に合わせた SPICE モデルを使用する必要があります。

等価回路へ変更する際に簡略化される機能の例を次に示します。

- 温度特性
- 寄生素子の動作
- 特異動作
- 端子保護ダイオードの特性
- 端子インピーダンス

これら以外にも簡略化される機能もありますので、SPICE モデルに添付されているモデリングレポートに載っていない特性を評価する場合はお問い合わせ下さい。

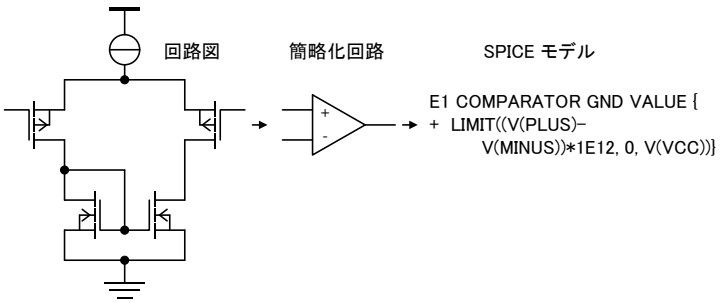

Figure 3. SPICE モデル作成のステップ

© 2018 ROHM Co., Ltd.

3.　SPICE モデルへのアクセス方法

3.1 ROHM Web ページでの SPICE モデル取得方法

ROHM ホームページを閲覧下さい(Figure 4)。

URL

https://www.rohm.co.jp

Figure 4. ROHM ホームページ

次に、上部タブの[技術サポート]->[設計する]->[デザインシミュレーションモデル]の順にクリックして下さい(Figure 5)。

Figure 5. クリック個所の案内

次の画面に遷移します(Figure 6)。

Figure 6. デザインシミュレーションモデルのページ

このページにおいて SPICE モデルは 2 通りの方法で入手できます。

1. [資料タイトル]下部にて品名を入力し、検索する。
2. [資料カテゴリ]・[製品大分類]・[製品中分類]の当てはまるチェックボックスにチェックを入れ、表示される品名から選ぶ。

3.2 PSPICE Community での SPICE モデル取得方法

PSPICE Community 内 ROHM 特設ページを閲覧下さい。

URL

http://www.pspice.com/models/rohm

1. 上記サイト左部にあるメニューから[Power Management]を選択します。
2. 続いて、[Switching Regulators]をクリックしますと登録されているモデル一覧が表示されます。
3. ライセンスに同意し、ダウンロードします。

© 2018 ROHM Co., Ltd.

4. シミュレーション準備

4.1 SPICE モデルの登録

4.1.1 PSpice を使用する場合

PSpice(Ver. 17.2)を使用する場合の例を紹介します。
メニューバーの[ファイル]->[新規作成]->[プロジェクト]の順にクリックします(Figure 7)。

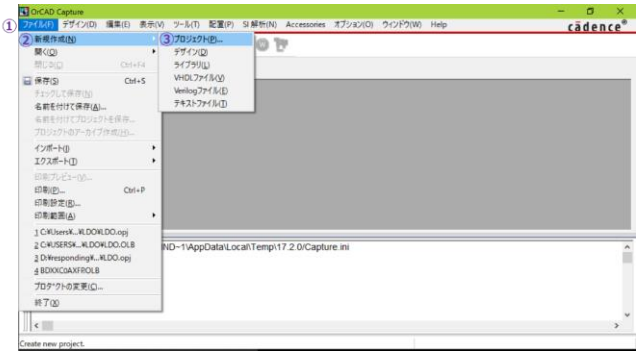

Figure 7. プロジェクトの作成開始

現れたダイアログの[アナログまたはアナログ/デジタル混在]にチェックし、ファイル名、保存場所を入力し、[OK]ボタンを押します。例ではファイル名 DCDC、保存場所をデスクトップにある DCDC フォルダとします。保存場所には、SPICE モデルである.lib 拡張子のファイルと、そのシンボルである.olb 拡張子のファイルを置きます(Figure 8)。

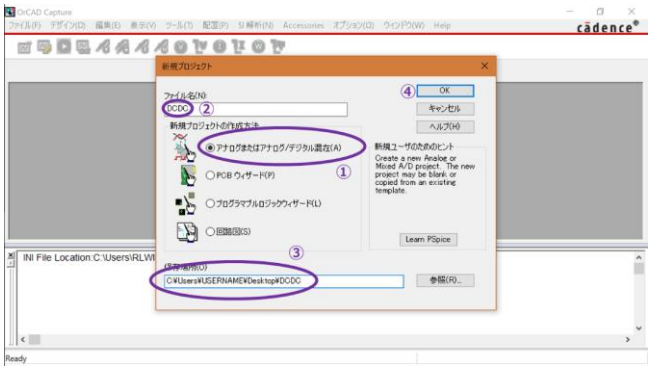

Figure 8. プロジェクトの種類の選択

次に現れたダイアログでは[空のプロジェクトを作成する]にチェックし、[OK]ボタンを押します(Figure 9)。

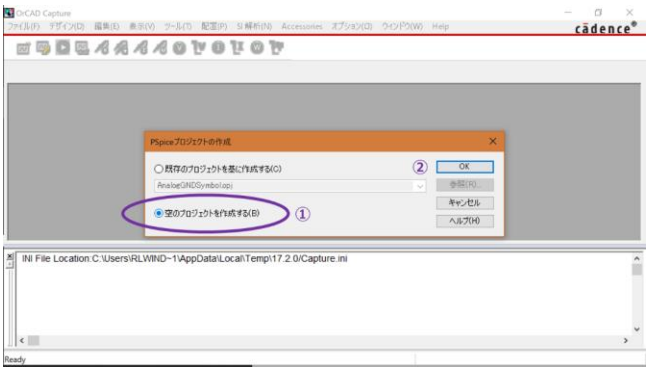

Figure 9. 新規プロジェクトの作成

回路エントリのない新規プロジェクトが作成されます(Figure 10)。

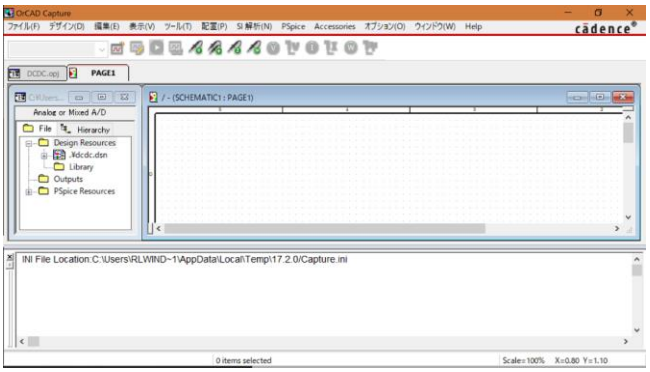

Figure 10. 初期状態のプロジェクト表示

SPICE モデル、および、シンボル群を追加します。シンボル群の追加方法は、画面左部にある[Library]を右クリックし、[ファイルの追加]を選択します(Figure 11)。

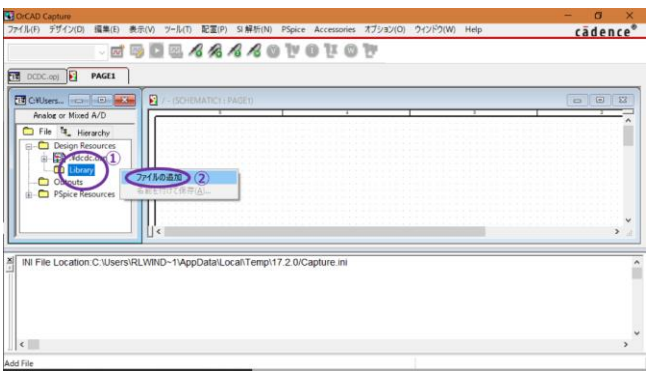

Figure 11. Library の追加開始

© 2018 ROHM Co., Ltd.

現れたダイアログにはシンボルファイル(.olb 拡張子のファイル)が表示されているので選択し、[開く]ボタンを押します。すると、Library にシンボル群が登録されます(Figure 12)。

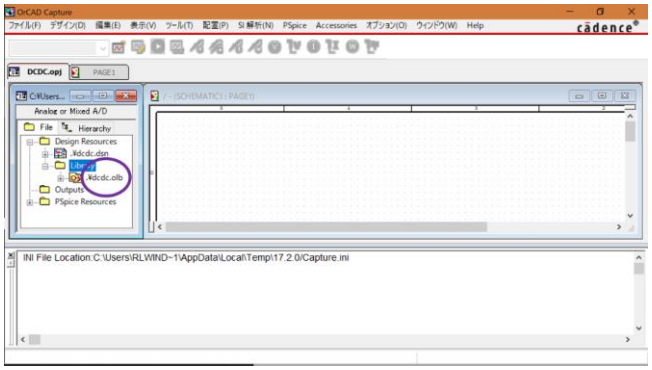

Figure 12. Library 登録完了画面

新しいシンボルを作成した場合は、そのシンボルに SPICE モデルを割り当てます。Figure 12 で登録されたシンボル群の左の[+]をクリックし、使用するシンボル上で右クリックし、[PSpice モデルの割り当て…]をクリックします(Figure 13)。

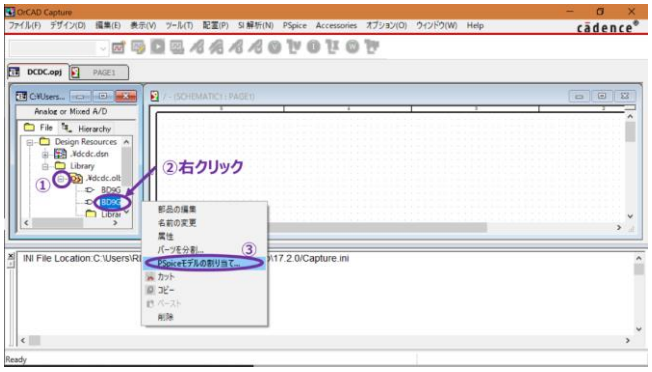

Figure 13. SPICE モデルのシンボルの割り当て

過去のシンボルを引き継いでいる場合は、過去に Pin アサインをしているとの警告文が出ますが、新しくシンボルを登録するので、[はい]ボタンを押します。モデルインポートダイアログが表示されます(Figure 14)。

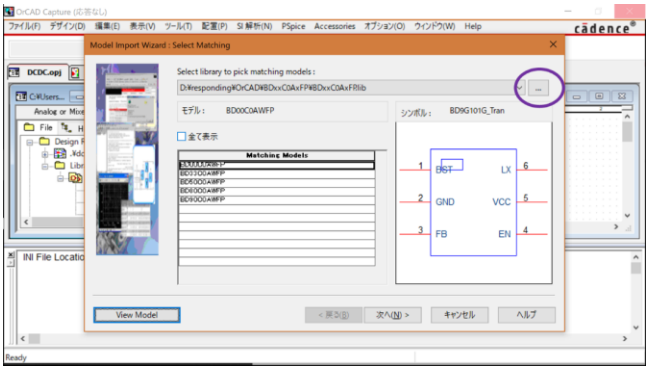

Figure 14. モデルのインポートダイアログ

ダイアログの右上にある[…]を選択すると新たなダイアログが現れるので、SPICE モデルファイルを選択し、[開く]ボタンを押します(Figure 14、Figure 15)。

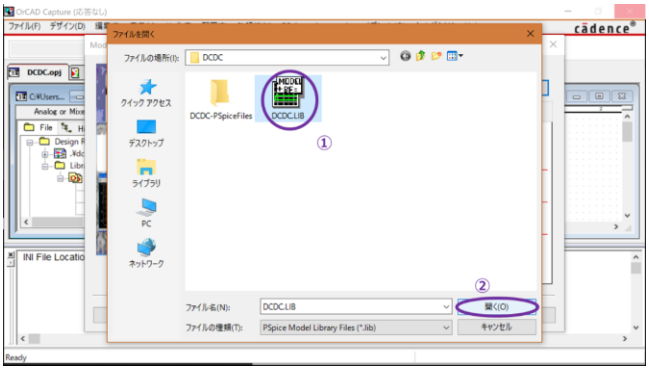

Figure 15. モデル選択画面

使用可能な SPICE モデルが列挙されるので、使用するモデルを選択し、[次へ]ボタンを押します(Figure 16)。

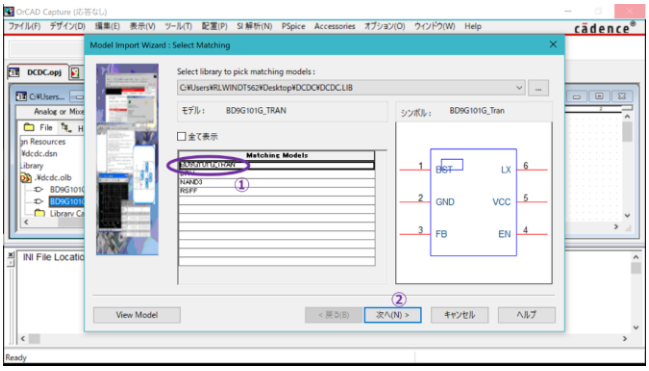

Figure 16. 使用モデルの選択

© 2018 ROHM Co., Ltd.

SPICE モデルとシンボルの Pin アサインをします。[Symbol Pin]以下のリストボックスから選択する形でアサインします。基本的には同一の名前の Pin 同士をアサインします(Figure 17)。

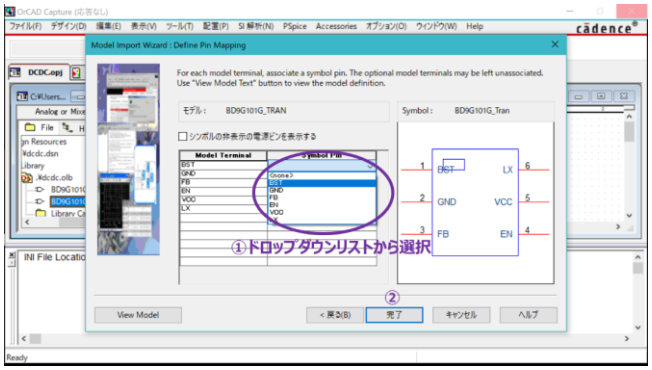

Figure 17. Pin アサイン

全ての Pin アサインが終われば[完了]ボタンを押し、次に表示されるダイアログの[OK]ボタンを押します(Figure 18)。

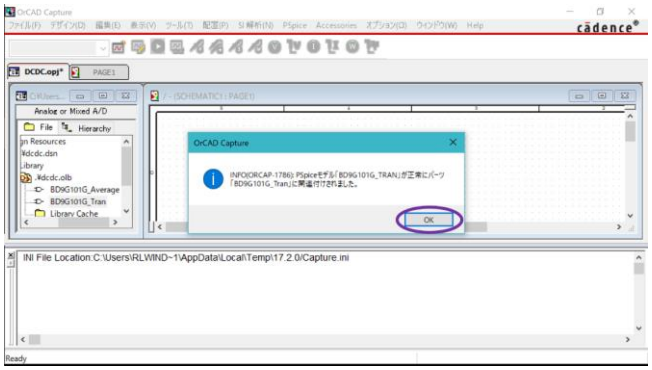

Figure 18. 登録完了通知

なお、DC/DC の SPICE モデルはシミュレーション時間の短縮ができるなどの理由で、パラメータが設定されているものもあります。パラメータは初期値が決まっており、特別設定する必要はありません。初期値以外に設定される場合は Appendix: SPICE モデルにおいてパラメータを設定する利点と設定方法をご参照下さい。

4.1.2 その他シミュレータを使用する場合

その他シミュレーション環境で使用を検討されている場合、第 3 章で示した方法で取得した SPICE モデルは PSpice にて暗号化されているため使用できません。汎用 SPICE モデルを必要とする場合は、お問い合わせ下さい。

4.2 シミュレーション用素子の配置

この章では全てのシミュレータに対応するため、各シミュレータに依存する素子の挿入や配線などの方法には言及しません。シンボルに関しても汎用性のあるものを使用しています。

使用する IC と受動素子、能動素子を配置します。DC/DC のシミュレーションに必要となる主な素子は、受動素子(抵抗、コンデンサ、コイル)、能動素子(定電圧源、PWL 電圧源、定電流源、PWL 電流源、Ground)です。

簡単な例を次に示します(Figure 19)。

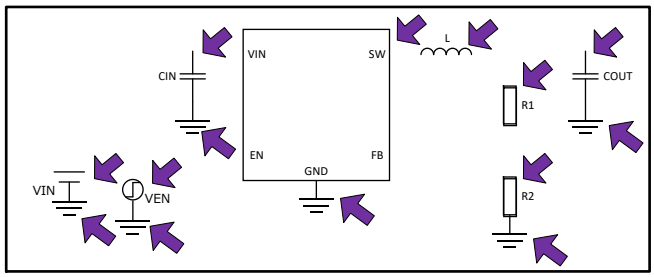

Figure 19. IC、受動素子、能動素子を配置した状態

4.3 回路図の結線

IC や素子の配置が終われば、次に結線をします。IC や各素子には Pin があり、各 Pin は結線されているか、終端されている必要があります。Pin が OPEN になっている場合、意図しない動作をする可能性があります。

Figure 19 を結線すると次のようになります(Figure 20)。

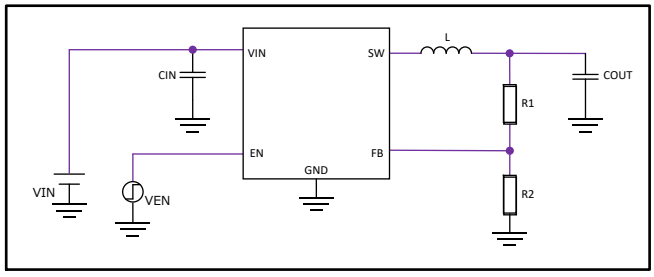

Figure 20. 結線をした状態

© 2018 ROHM Co., Ltd.

4.4 各種プロパティの入力

EN に立ち上がり信号を入力する Transient 解析では IC の EN Pin に PWL 信号を作成できる PWL 電圧源を接続します。PWL 電圧源は各時間において電圧を自由に設定できます。よって、使用する際は 10μsec、5V など各時間とその時に必要な電圧を設定します。次の例では 12V 入力から 5V を出力する例で、入力コンデンサに 10μF、出力コンデンサに 10μF を接続して、EN に立ち上がり信号を入力しています(Figure 21)。

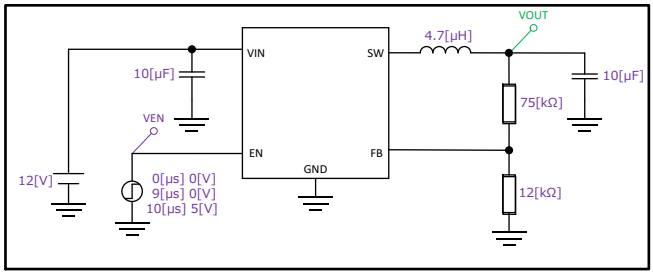

Figure 21. プロパティの設定を終えた状態

5. シミュレーション

各シミュレータによって方法は様々ですが、主に Transient 解析を実行(run)することで結果が得られます。これまでに行ってきた配置、結線、各素子のプロパティ設定値に誤りがなければ、次の結果が得られるでしょう。EN が立ち上がると、VOUT は一般的に遅延を持って立ち上がりを開始し、設定電圧に到達すると一定値を取ります(Figure 22)。

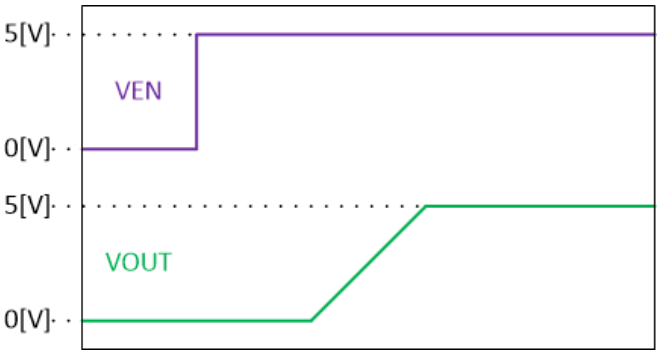

Figure 22. EN による起動波形例

その他特性については SPICE モデルと共に同封されているモデリングレポートを参照してください。

© 2018 ROHM Co., Ltd.

Appendix

SPICE モデルにおいてパラメータを設定する利点と設定方法

DC/DC の SPICE モデルにおいてパラメータを設定すると次のような利点があります。

- ソフトスタート時間を短縮することで、起動時間が短くなり、シミュレーション時間を削減する
- パラメータの入出力電圧条件及びインダクタ値を、シミュレーションの入出力電圧値及び外付けインダクタ値と合わせることで周波数特性の精度を向上させる

パラメータに実機とは違う設定をしてしまうと、実機とは異なる動作を示すため、設定には細心の注意が必要です。では、次からパラメータが設定されている SPICE モデルの例を用いて設定方法を説明します。

初めに、テキストエディタを使って、SPICE モデルを開くと.subckt と書かれた行の近くに「PARAMS:」と書かれていればパラメータが設定されています(Figure A)。Figure A の場合だと SoftStartRatio が 1.0 に設定されています。記載されているパラメータ名以外を登録しても、パラメータを新規で追加することはできません。新たなパラメータを必要とされる場合はお問い合わせ下さい。

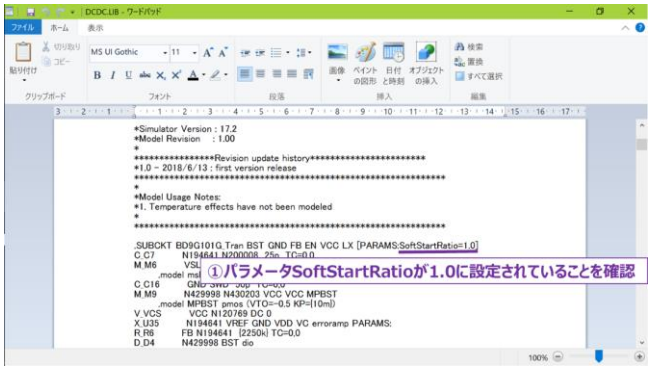

Figure A. パラメータの有無の確認方法

パラメータが設定されていることを確認できたら、便宜上シンボルから設定できるようにすると作業量を減らせます。ライブラリ内の設定したいシンボル上で右クリックし、[部品の編集]をクリックします(Figure B)。

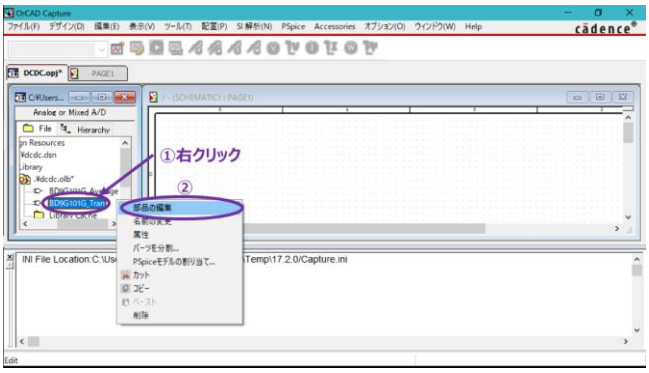

Figure B. シンボルの編集画面の開き方

シンボルの編集画面が開きます。初期状態ではパラメータが登録されていないので、パラメータ登録をします。編集画面の何も配置されていないところでダブルクリックします(Figure C)。

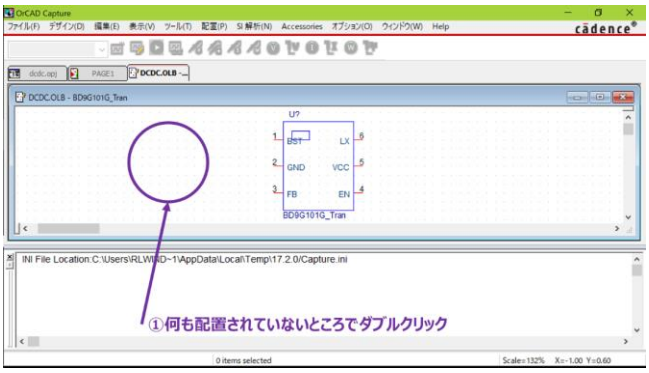

Figure C. 属性ダイアログの表示方法

ユーザ属性ダイアログが新たに表示されるので、ダイアログ右側の[新規作成ボタン]をクリックします(Figure D)。

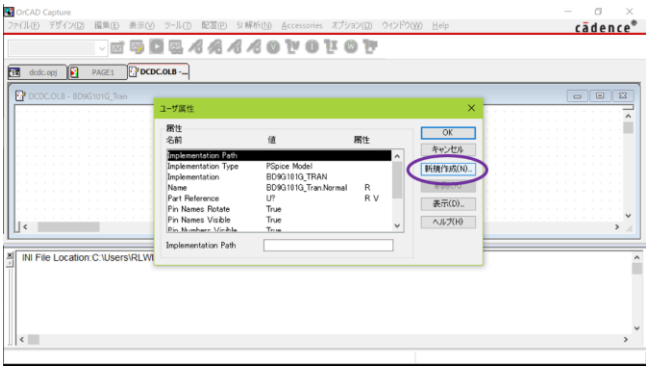

Figure D. パラメータの新規作成

© 2018 ROHM Co., Ltd.

新規属性ダイアログが新たに表示されるので、名前フィールドには Figure A にて確認したパラメータ名(今回は SoftStartRatio)、値フィールドには Figure A のパラメータ初期値(今回は 1.0)を入力します(Figure E)。

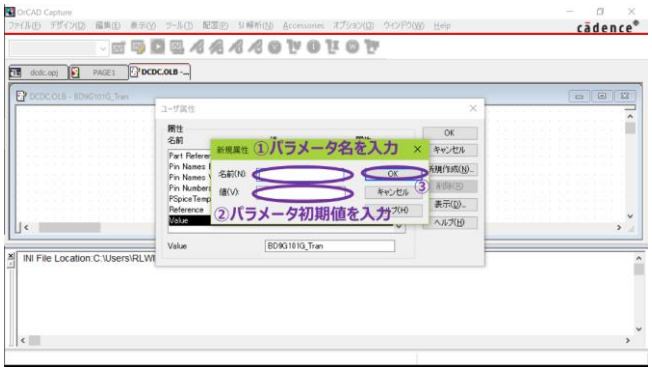

Figure E. 初期パラメータ設定

次に、回路図にシンボルを配置させた時、シンボルと共に表示するようにしていると便利です。パラメータ表示部分をダブルクリックするだけで、パラメータを変更できます。このための表示設定を行います。ユーザ属性ダイアログにて使用する名前[SoftStartRatio]の行を選択し、ダイアログ右側の[表示]をクリックします(Figure F)。

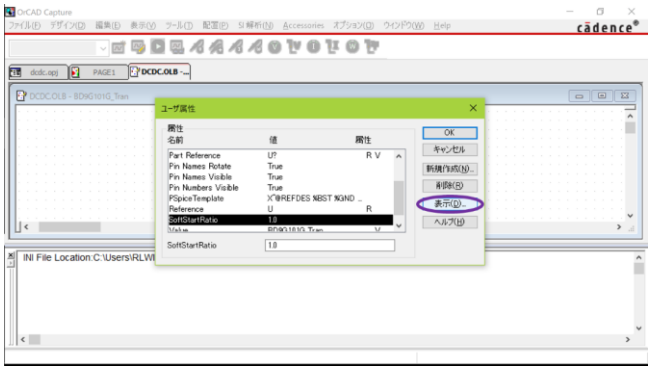

Figure F. ユーザ属性の表示

属性表示ダイアログが新たに表示されるので、[名前と値]を選択して[OK]ボタンをクリックします(Figure G)。この作業でパラメータ[SoftStartRatio]が回路図からも変更できるようになります。

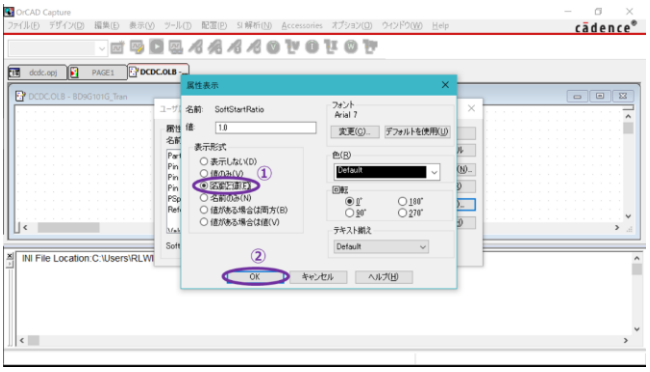

Figure G. パラメータ属性の表示設定

元のユーザ属性ダイアログに戻って、パラメータ[SoftStartRatio]を SPICE モデルと関連付けます。属性[名前]が[PSpiceTemplate]の行をクリックします。ダイアログ下部に値がテキストとして表示されているので、テキスト最後の「@MODEL」の部分を「@MODEL 半角スペース PARAMS:[パラメータ名=@パラメータ名]」とします。今回の場合だと

X^@REFDES %BST %GND %FB %EN %VCC %LX @MODEL を

X^@REFDES %BST %GND %FB %EN %VCC %LX @MODEL PARAMS:[SoftStartRatio=@SoftStartRatio]とします。最後に[OK]ボタンを押した後、シンボルを保存します(Figure H)。回路図に IC のシンボルを追加したときにパラメータが表示されていれば、パラメータが設定できています。

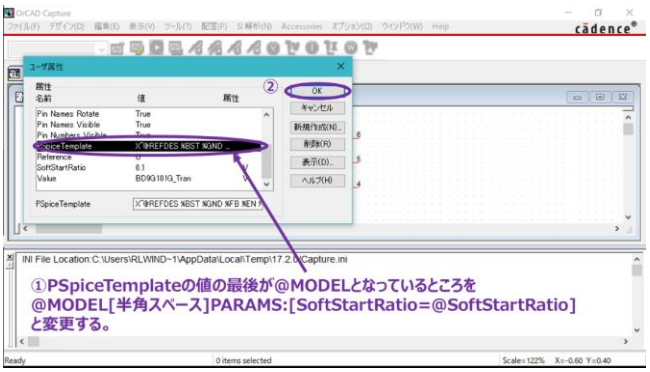

Figure H. パラメータの使用を宣言

© 2018 ROHM Co., Ltd.

ご 注 意

1) 本資料の記載内容は改良などのため予告なく変更することがあります。

2) 本資料に記載されている内容は製品のご紹介資料です。ご使用に際しては、別途最新の仕様書を必ずご請求のうえ、ご確認ください。

3) ロームは常に品質・信頼性の向上に取り組んでおりますが、半導体製品は種々の要因で故障・誤作動する可能性があります。
万が一、本製品が故障・誤作動した場合であっても、その影響により人身事故、火災損害等が起こらないようご使用機器でのディレーティング、冗長設計、延焼防止、バックアップ、フェイルセーフ等の安全確保をお願いします。定格を超えたご使用や使用上の注意書が守られていない場合、いかなる責任もロームは負うものではありません。

4) 本資料に記載されております応用回路例やその定数などの情報につきましては、本製品の標準的な動作や使い方を説明するものです。
したがいまして、量産設計をされる場合には、外部諸条件を考慮していただきますようお願いいたします。

5) 本資料に記載されております技術情報は、製品の代表的動作および応用回路例などを示したものであり、ロームまたは他社の知的財産権その他のあらゆる権利について明示的にも黙示的にも、その実施または利用を許諾するものではありません。上記技術情報の使用に起因して紛争が発生した場合、ロームはその責任を負うものではありません。

6) 本資料に掲載されております製品は、耐放射線設計はなされておりません。

7) 本製品を下記のような特に高い信頼性が要求される機器等に使用される際には、ロームへ必ずご連絡の上、承諾を得てください。
・輸送機器（車載、船舶、鉄道など）、幹線用通信機器、交通信号機器、防災・防犯装置、安全確保のための装置、医療機器、サーバー、太陽電池、送電システム

8) 本製品を極めて高い信頼性を要求される下記のような機器等には、使用しないでください。
・航空宇宙機器、原子力制御機器、海底中継機器

9) 本資料の記載に従わないために生じたいかなる事故、損害もロームはその責任を負うものではありません。

10) 本資料に記載されております情報は、正確を期すため慎重に作成したものですが、万が一、当該情報の誤り・誤植に起因する損害がお客様に生じた場合においても、ロームはその責任を負うものではありません。

11) 本製品のご使用に際しては、RoHS 指令など適用される環境関連法令を遵守の上ご使用ください。
お客様がかかる法令を順守しないことにより生じた損害に関して、ロームは一切の責任を負いません。
本製品の RoHS 適合性などの詳細につきましては、セールス･オフィスまでお問合せください。

12) 本製品および本資料に記載の技術を輸出又は国外へ提供する際には、「外国為替及び外国貿易法」、「米国輸出管理規則」など適用される輸出関連法令を遵守し、それらの定めにしたがって必要な手続を行ってください。

13) 本資料の一部または全部をロームの許可なく、転載・複写することを堅くお断りします。

ローム製品のご検討ありがとうございます。
より詳しい資料やカタログなどご用意しておりますので、お問合せください。

ROHM Customer Support System

http://www.rohm.co.jp/contact/

© 2016 ROHM Co., Ltd. All rights reserved.