

PSIMサーマルモジュール サンプル回路使用による 熱損失計算簡易マニュアル



Mywayプラス株式会社

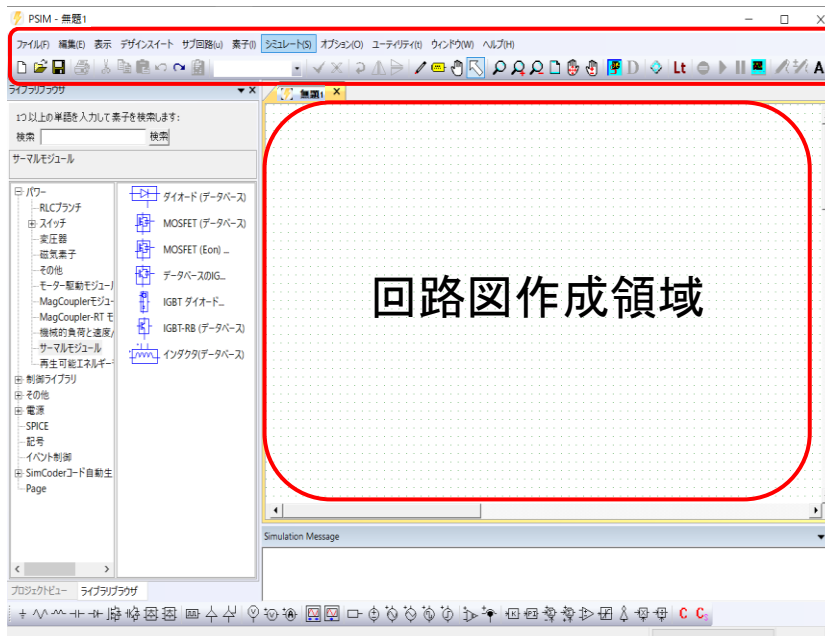
2024/8/30

1. PSIMシミュレーション実行手順
2. 結果波形の見方
3. PSIMにおける熱損失計算のしくみ

1. PSIMシミュレーション実行手順

- ・PSIMの起動方法及びSIMCAD画面
- ・モデルの入手
- ・モデルの保存及び設定方法
- ・サンプル回路を使う
- ・サンプル回路でデバイスモデルを差し替える
- ・パラメータの設定
- ・シミュレーション制御設定
- ・シミュレーションの実行

- ・インストールしたPSIMのインストールフォルダ
(デフォルトでC:¥Altair¥Altari PSIM20XX. X)
の中にある  PSIM.exe をクリックするか、ショートカットキー  が作成済み
であればショートカットキーをクリックして起動します。
- ・クリックすると次のような回路作成用のSIMCADの画面が開きます。



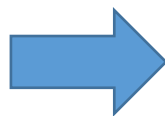
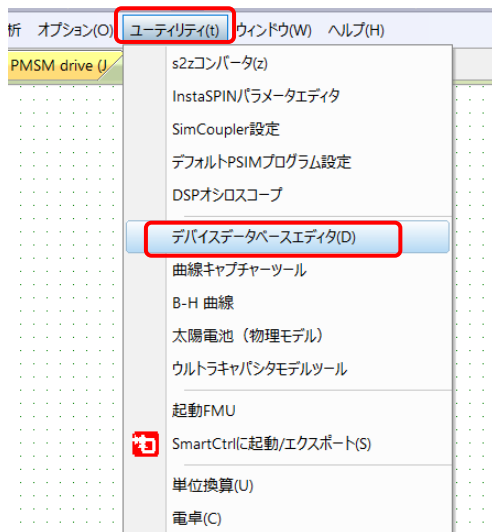
回路図作成に必要な

- ・メニューバー
クリックするとメニューが出ます。
- ・アイコン
カーソルを置くと操作内容が
表示されます。
があります。

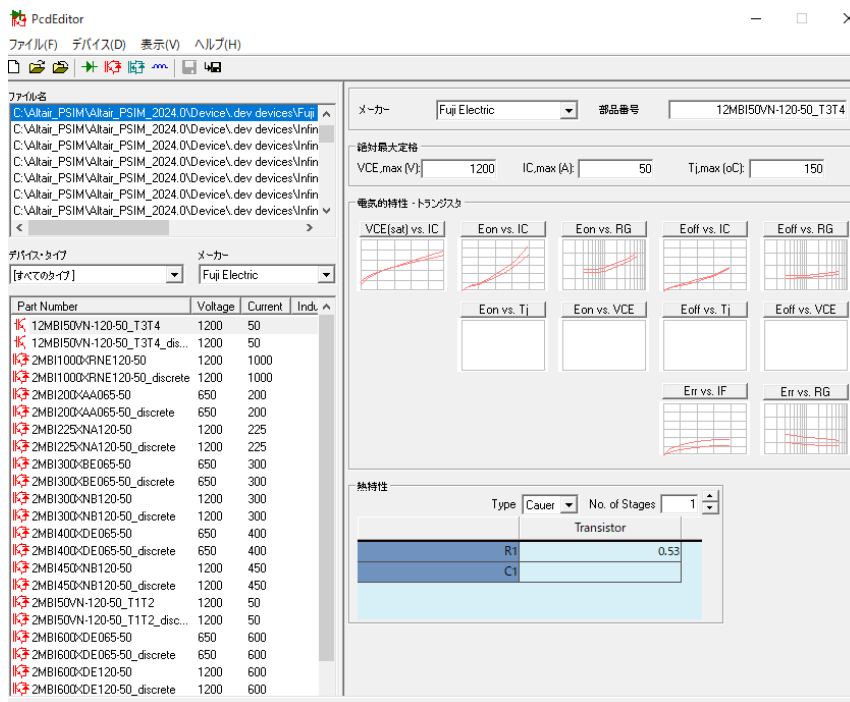
デバイスモデルファイルはPSIMのデバイスデータベースエディタに用意されている場合は選択してお使いいただけます。

または、ご自身で新規にデバイスデータベースエディタで作成していただくことが可能です。

PSIMメニューバー

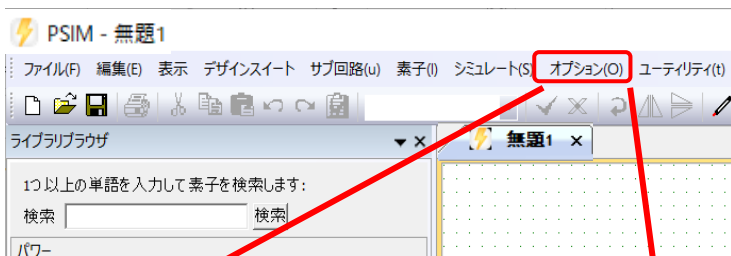


デバイスデータベースエディタ画面



新規作成モデルの保存及び設定方法

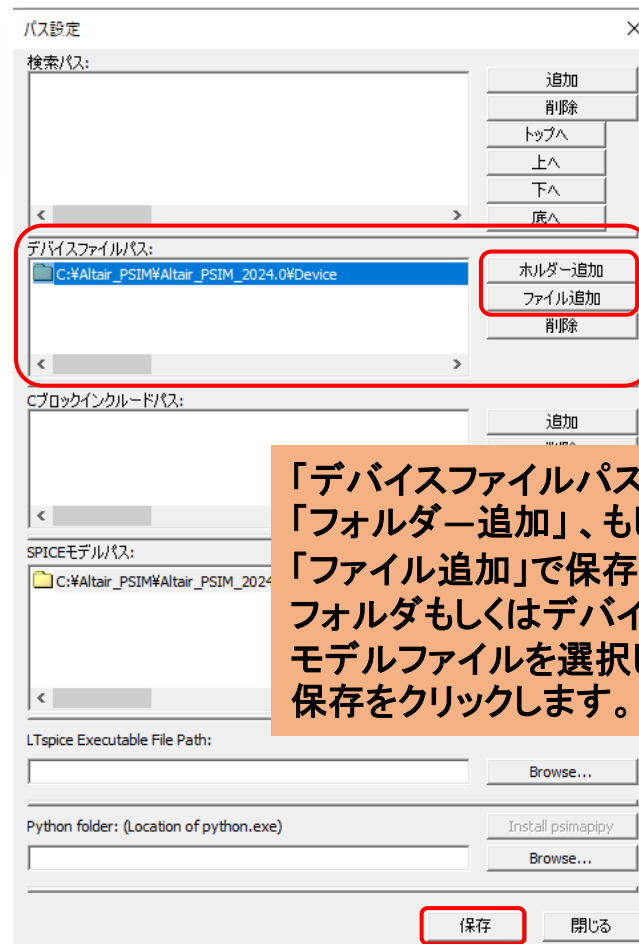
- ・ご自身のPCにフォルダを作成し、デバイスモデルファイルを保存します。
- ・PSIMを起動しデバイスモデルファイルのあるフォルダをパス設定ウィンドウで設定します。



メニューバーの「オプション」をクリックします。



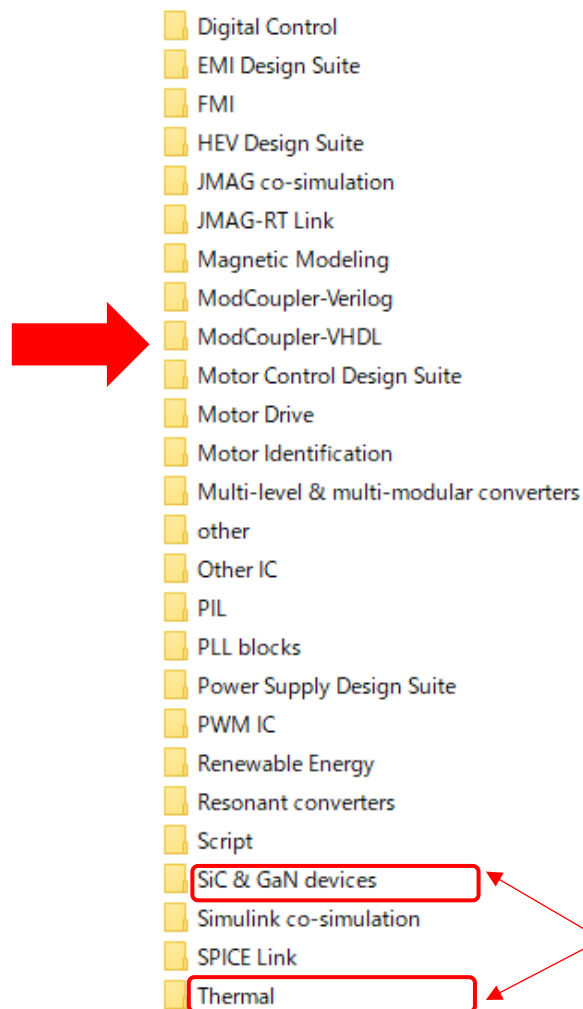
開いたウィンドウのパス設定をクリックすると右のウィンドウが開きます



「デバイスファイルパス」に「フォルダー追加」、もしくは「ファイル追加」で保存したフォルダもしくはデバイスモデルファイルを選択し、保存をクリックします。

サンプル回路を使う

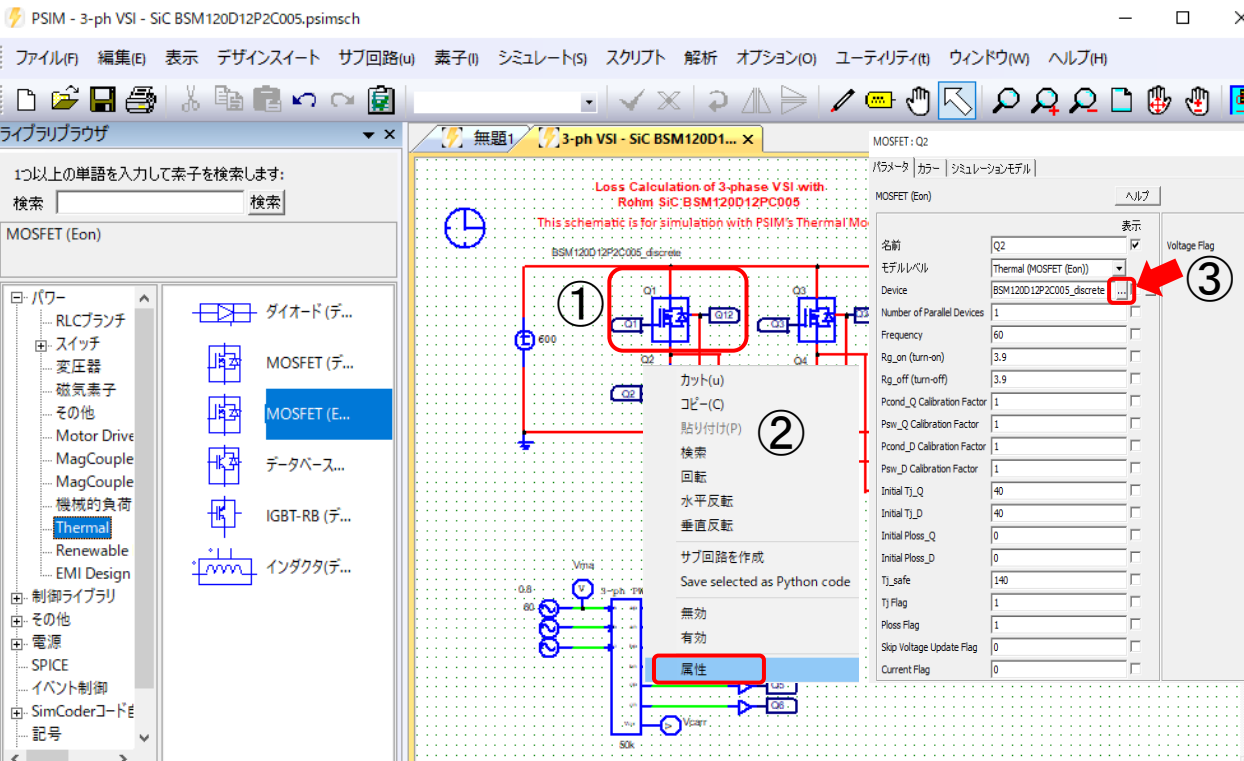
- ・PSIMのサンプル回路はメニューバーの「ファイル」→「範例を開く」から選択できます。



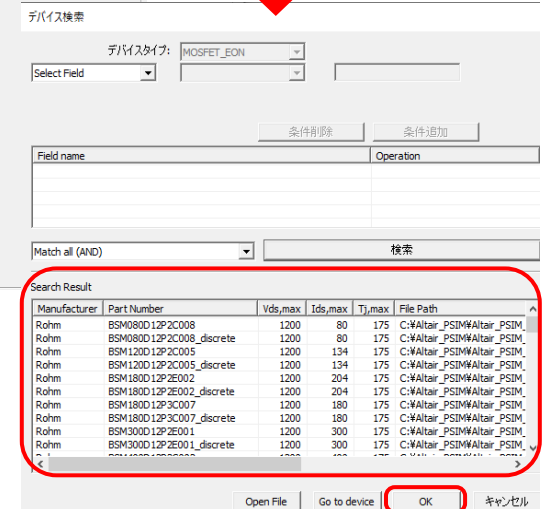
PSIMサーマルモジュール
を使用したサンプル回路

サンプル回路でデバイスモデルを差し替える

- ・既存の回路ファイルのデバイスを変更する場合
 - ・元にするPSIMのサンプル回路のファイルを開きます。
この例では¥examples¥SiC & GaN devices¥Rohm ¥ BSM120D12P2C005 characteristics にある “3-ph VSI - SiC BSM120D12P2C005.psimsch” を使用しています。



- ①変更したい素子を右クリック
- ②開いたウィンドウの「属性」を右クリック
- ③項目「Device」の右端の選択タブをクリック
- ④デバイス検索のウィンドウでデバイスを選択し「OK」で変更できます。



パラメータの設定

- 素子属性を右クリックして、下記左側のウィンドウが表示されます。
- Device以外のパラメータはDefaultで設定されています。
 - 詳細については「ヘルプ」で開くウィンドウから確認して設定してください。
- パラメータ周波数は、損失を計算する間隔を定義します。
 - デバイスのスイッチング周波数と同じ値にすると損失はスイッチング周期の値となります。
- Flagを1に設定するとSimViewで波形が表示されます。

The screenshot shows the 'MOSFET: Q2' parameter configuration window. The 'ヘルプ' (Help) button is highlighted with a red box and a red arrow pointing to it. The window is divided into several sections:

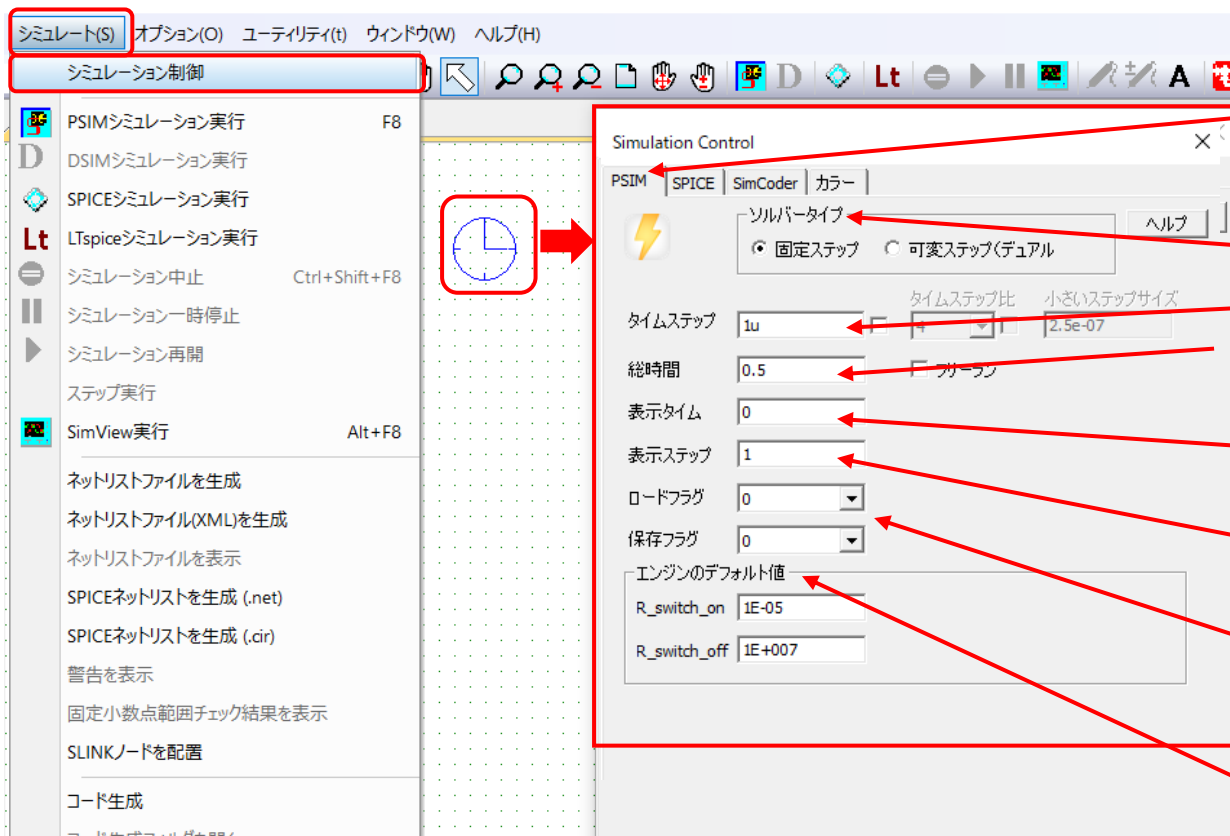
- パラメータ** (Parameters): A table of parameters for the MOSFET model.
- ヘルプ** (Help): A window showing the help text for the selected parameter, 'IGBT(データベース)'. It includes an explanation, an image, and a list of parameters.

名前	Q2	表示
モデルレベル	Thermal (MOSFET (Eon))	<input checked="" type="checkbox"/>
Device	BSM080D12P2C008	<input type="checkbox"/>
Number of Parallel Devices	1	<input type="checkbox"/>
Frequency	60	<input type="checkbox"/>
Rg_on (turn-on)	3.9	<input type="checkbox"/>
Rg_off (turn-off)	3.9	<input type="checkbox"/>
Pcond_Q Calibration Factor	1	<input type="checkbox"/>
Psw_Q Calibration Factor	1	<input type="checkbox"/>
Pcond_D Calibration Factor	1	<input type="checkbox"/>
Psw_D Calibration Factor	1	<input type="checkbox"/>
Initial Tj_Q	40	<input type="checkbox"/>
Initial Tj_D	40	<input type="checkbox"/>
Initial Ploss_Q	0	<input type="checkbox"/>
Initial Ploss_D	0	<input type="checkbox"/>
Tj_safe	140	<input type="checkbox"/>
Tj_Flag	1	<input type="checkbox"/>
Ploss_Flag	1	<input type="checkbox"/>
Skip Voltage Update Flag	0	<input type="checkbox"/>
Current_Flag	0	<input type="checkbox"/>

パラメータ	説明
デバイス	デバイスデータベースから選択された特定のデバイス
並列デバイス数	同一デバイス数、複数の並列デバイスがある場合、損失PswとPcondは、すべてのデバイスの合計損失と計算されます。
周波数	損失が計算される周波数(Hz)
Rg_on (ターンオン)	ターンオンのゲート抵抗
Rg_off (ターンオフ)	ターンオフのゲート抵抗
Pcond_Q 校正係数	トランジスタ定格損失Pcond_Qの校正係数Kcond_Q
Psw_Q 校正係数	トランジスタ、スイッチング損失Psw_Qの校正係数Ksw_Q
Pcond_D 校正係数	ダイオード定格損失Pcond_Dの校正係数Kcond_D
Psw_D 校正係数	ダイオードスイッチング損失Psw_Dの校正係数Ksw_D
初期温度	接合部初期温度(°C)
動作モード	このブロックは、デュアル/パッケージにのみ使用できます。 0: 対称動作の場合、電力損失は2つのデバイスで等しく見なされ、電力のデバイスの接合部温度は同じと見なされます。 1: 個別の動作時、各デバイスの電力損失と接合部温度は個別にシミュレーションされます。 他のすべてのパッケージの場合、動作モードは0のみです。 トランジスタの接合部温度を監視するためのフラグ。 並列ダイオードの接合部温度を監視するためのフラグ。 トランジスタの内部損失を監視するためのフラグ。 トランジスタのスイッチング損失を監視するためのフラグ。 並列ダイオードの内部損失を監視するためのフラグ。 並列ダイオードのスイッチング損失を監視するためのフラグ。 ダイオードの総電力損失を監視するためのフラグ。
Tj_Q フラグ	
Tj_D フラグ	
P_cond_Q フラグ	
P_sw_Q フラグ	
P_cond_D フラグ	
P_sw_D フラグ	
P_loss フラグ	

シミュレーション制御設定(サンプル回路では設定済みです。)

- ・PSIMではシミュレーション制御でシミュレーション条件を設定します。
- ・メニューバーの「シミュレート」→「シミュレーション制御」で時計のマークが現れます。
- ・時計のマークをクリックすると設定ウィンドウが開きます。



PSIMシミュレーションはPSIMタブで設定します。

ソルバタイプを選択

シミュレーションのタイムステップ(sec)

シミュレーションの総時間(sec)

シミュレーション結果の保存開始時間

シミュレーション結果の保存周期
1: 全データ保存。
10: 10回に1度の保存。

途中保存機能使用時に設定します。
使用しない場合は“0”です。

スイッチのOn/Off抵抗のデフォルト値。

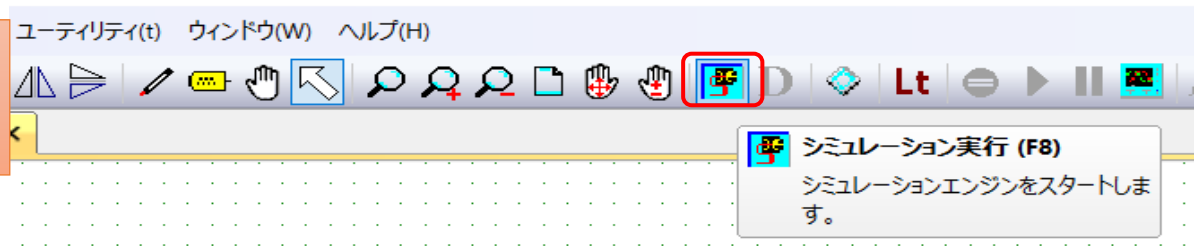
シミュレーションの実行


メニューバーの「シミュレート」→
「PSIMシミュレーション実行」を
クリックしてシミュレーションを
実行します。

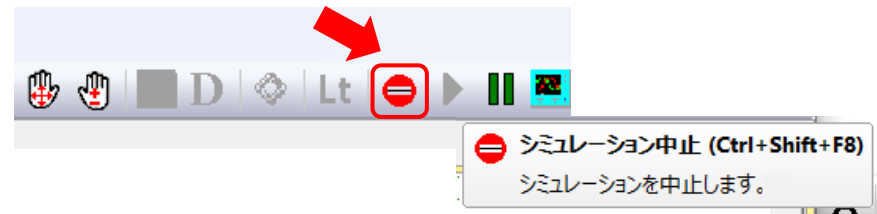


もしくは

「シミュレーション実行」のアイコン
をクリックするとシミュレーションを
実行します。



アイコン  をクリックするとシミュレーションを中止します。



画面右下に進捗が表示されます。



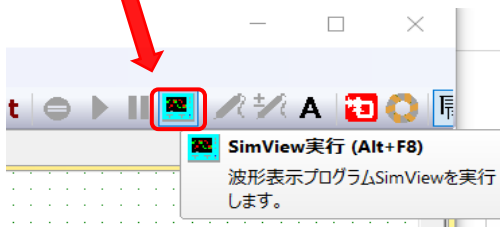
2. 結果波形の見方

- ・シミュレーション結果の表示
- ・結果波形の見方
- ・波形の解析
- ・測定値の表示
- ・結果のエクスポート

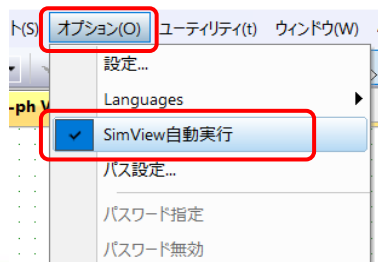
シミュレーション結果の表示

- PSIMではSimViewを使い波形表示とシミュレーション実行後のデータ処理を行います。
- SimViewは以下の手順で起動します。

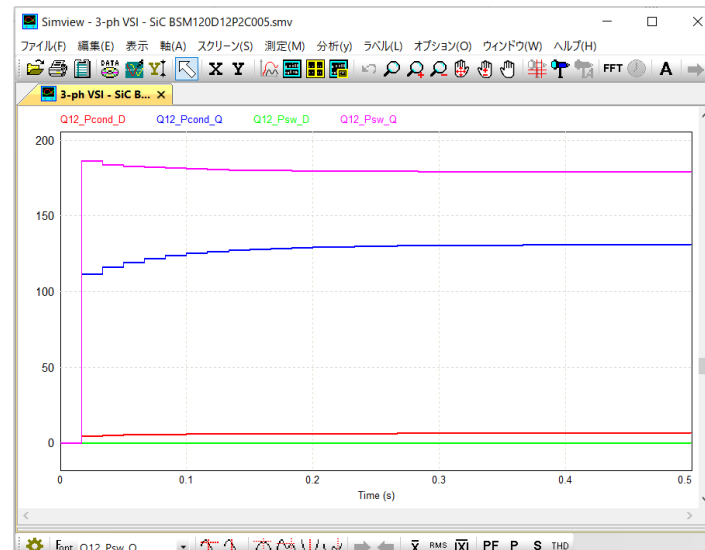
シミュレーションが終了したらSimView実行のアイコンをクリックして起動します。



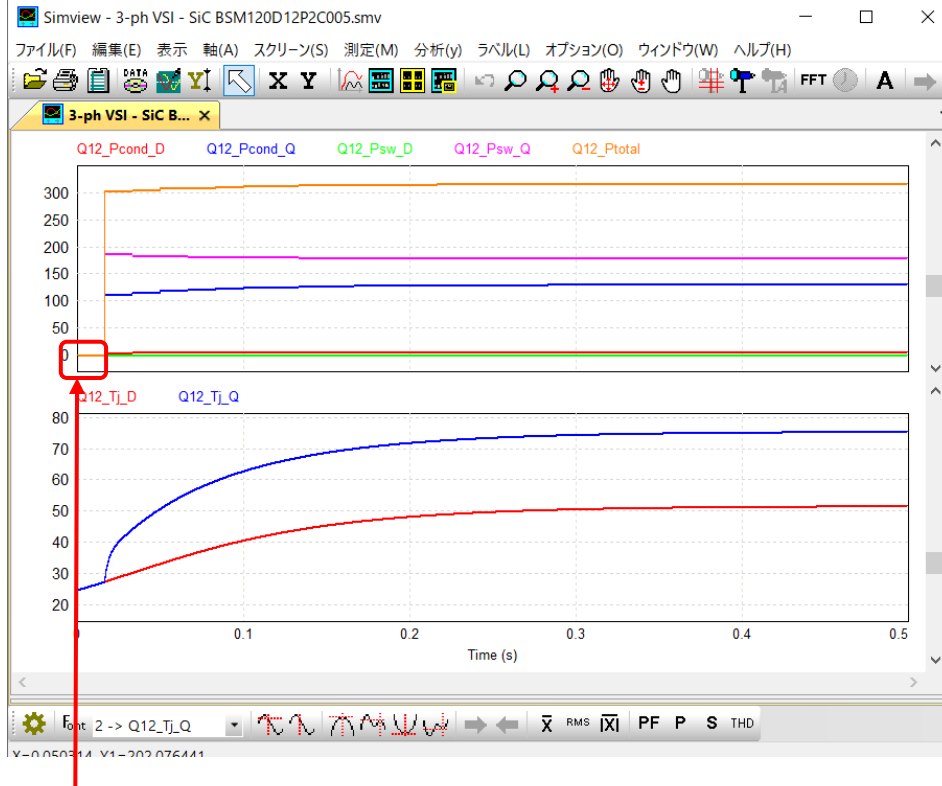
PSIMメニューバーの「オプション」で開くメニューの「SimView自動実行」に✓をいれておくとシミュレーション実行後に自動でSimView画面が立ち上がるようになります。



SimView画面



- 各デバイスの時間に対する電力損失(W)と接合部温度($^{\circ}\text{C}$)が表示できます。



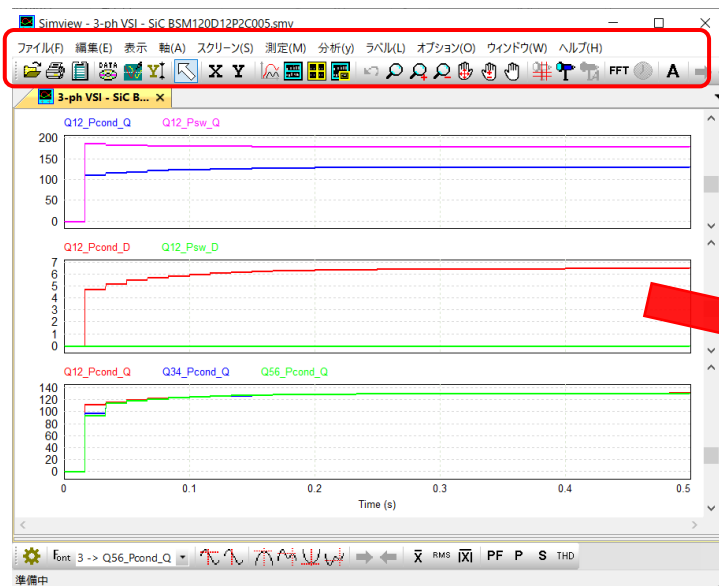
トランジスタの伝導損失: `Qname_Pcond_Q`
トランジスタのスイッチング損失: `Qname_Psw_Q`
ダイオードの伝導損失: `Qname_Pcond_D`
ダイオードのスイッチング損失: `Qname_Psw_Q`
合計損失は: `Qname_Ptotal`

トランジスタの接合部温度: `Qname_Tj_Q`
ダイオードの接合部温度: `Qname_Tj_D`

として表示されています。

- 過渡応答時は計算をせず、定常状態になってから損失計算を開始します。
- 素子属性のパラメータ「周波数」で設定した周波数の間隔で損失計算は行われます。

- ・SimViewでは波形の表示及びシミュレーション実行後のデータ処理を行うことができます。
(複数波形の同一画面での表示・波形の解析・過去のシミュレーション結果との比較等)



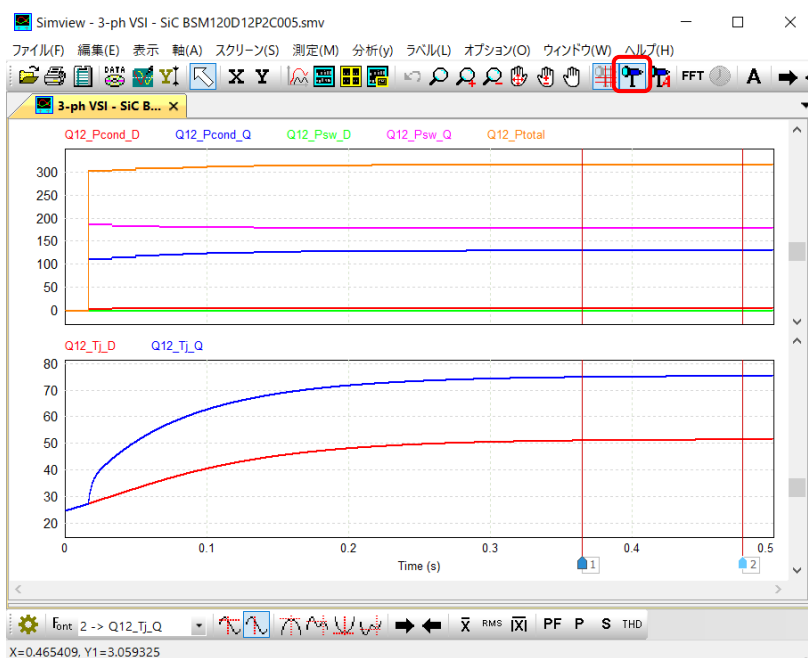
波形解析に必要な

- ・メニューバー(クリックするとメニューが出ます。)
 - ・アイコン(カーソルを置くと操作内容が表示されます。)
- が使用できます。

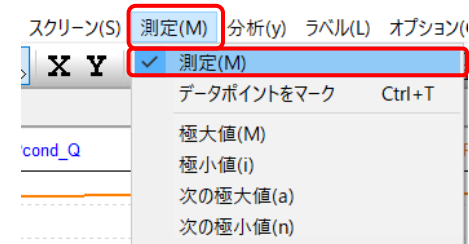
プロパティ画面



- 波形画面上でクリックすると
プロパティウィンドウが表示され、
- ・表示する波形の選択
 - ・波形の色、線の太さ、シンボルの設定
 - ・スクリーンの色とフォントの設定
- ができます。



・測定値の表示はメニューバーの「測定」→「測定」をクリック



もしくは

・アイコン

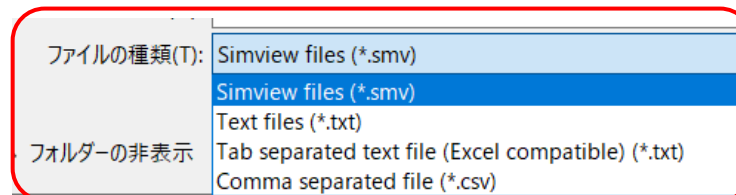
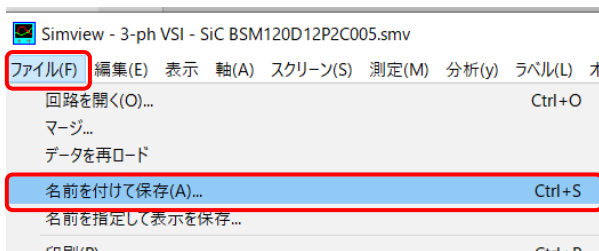


: 波形のX,Y値を表示をクリック

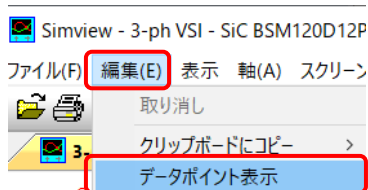
で各波形に対する測定カーソル位置の値が左記のように表示されます。

測定			
	X1	X2	Δ
Time	3.64780e-001	4.77987e-001	1.13208e-001
Q12_Pcond_D	6.49456e+000	6.51107e+000	1.65023e-002
Q12_Pcond_Q	1.30983e+002	1.31186e+002	2.02295e-001
Q12_Psw_D	0.00000e+000	0.00000e+000	0.00000e+000
Q12_Psw_Q	1.79510e+002	1.79507e+002	-3.23658e-003
Q12_Ptotal	3.16988e+002	3.17204e+002	2.15561e-001
Q12_Tj_D	5.13039e+001	5.16568e+001	3.52855e-001
Q12_Tj_Q	7.51035e+001	7.54718e+001	3.68386e-001

- ・波形はデータを専用フォーマット(.smv)、あるいはテキスト形式で保存できます。



- ・測定値は「編集」→「データポイント表示」から表示でき、テキスト形式で保存もできます。



もしくは
波形表示画面を右クリックしてで出るメニュー画面
保存できます。



からも表示でき、

3. PSIMにおける熱損失計算のしくみ

- ・PSIMサーマルモデルの計算原理

- ・PSIMサーマルモジュールの計算原理は次のようになります。
- ・電流及びゲート抵抗依存性のグラフより求められるエネルギー損失 E_{on} 、 E_{off} を使い損失を計算しています。
- ・ f はいずれも入力パラメータ周波数で定義された値です。

【ダイオード】 $P_{cond_D} = V_d \times I_F$

$$P_{sw_D} = Err \times f \times V_r / V_{r_datasheet}$$

V_d :	ダイオード電圧降下
I_F :	ダイオード順方向電流
Err :	逆回復方向起伏エネルギー損失
V_r :	実際の逆素子電圧
$V_{r_datasheet}$:	データシートの Err 特性の逆阻止電圧

【IGBT】

$$P_{\text{cond_Q}} = V_{\text{ce}} \times I_{\text{c}}$$

$$P_{\text{sw_Q}} = E_{\text{on}} \times f \times V_{\text{CC}} / V_{\text{CC_datasheet}}$$

$$P_{\text{sw_Q}} = E_{\text{off}} \times f \times V_{\text{CC}} / V_{\text{CC_datasheet}}$$

Vce: コレクタ・エミッタ間飽和電圧
Ic: コレクタ電流
Eon: トランジスタターンオンエネルギー損失
Eoff: トランジスタターンオフエネルギー損失
Vcc: 実際のバス電圧
Vcc_datasheet: $E_{\text{on}}, E_{\text{off}}$ 特性のTest Conditionに定義されているDCバス電圧

【MOSFET】

$$P_{\text{cond_Q}} = V_{\text{ds}} \times I_{\text{d}}$$

$$P_{\text{sw_Q}} = E_{\text{on}} \times f$$

$$P_{\text{sw_Q}} = E_{\text{off}} \times f$$

Vds: ドレイン・ソース電圧
Id: ドレイン電流
Eon: ターンオンエネルギー損失
Eoff: ターンオフエネルギー損失

PSIMに関するより詳細な説明につきましては、英文となりますが、PSIMインストールフォルダの「Doc」フォルダにあります”PSIM User Manual.pdf ”をご参照ください。

ご注意

1. 本資料に記載された製品の仕様は、予告なく変更することがあります。
2. 本資料の内容については、万全を期しておりますが、万一ご不明な点などがありましたら、弊社までお申しつけください。
3. 本資料に記載された情報に起因する損害または特許権その他権利の侵害に関しては、弊社は一切の責任を負いません。
4. 本資料によって第三者または弊社の特許権その他権利の実施権を許諾するものではありません。
5. 弊社の書面許諾なく、本資料の一部または全部を無断で複製することを固くお断りします。

Copyright 2024 by Myway Plus Corporation.

All rights reserved. No part of this manual may be photocopied or reproduced in any form or by any means without the written permission of Myway Plus Corporation.