

SIEMENS EDA



# 複数基盤レイヤへのPEX Ground Layer 設定方法

2023.3

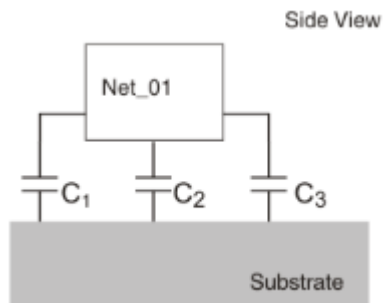
# 概要



- 目的
- 含まれるファイル
- 説明
- 実行方法
- まとめ

このSupport Kit では、基盤レイヤが複数ある場合に、SVRFステートメントの **PEX GROUND LAYER** を設定する方法を説明します。PEX GROUND LAYERは以下を行います：

- Calibre PEX にデザイン内の基盤レイヤを認識させ
- 配線の対地容量を配線下の基盤レイヤネットへのカップリング容量に変換



このSupportKit内での用語:

- 基盤レイヤ (英語ground layer):  
基盤 (左図Substrate) に相当するLVSレイヤ。psub,pwell,nwell等
- 基盤レイヤネット(英語ground net):  
基盤レイヤに接続しているネット。vdd,vss等
- 対地容量(英語Intrinsic capacitance) :  
配線 (左図Net\_01)から基盤 (左図Substrate)への容量。左図C1/C2/C3の合計
- ground layer: PEX GROUND LAYERステートメントで指定するレイヤの名前

## 含まれるファイル

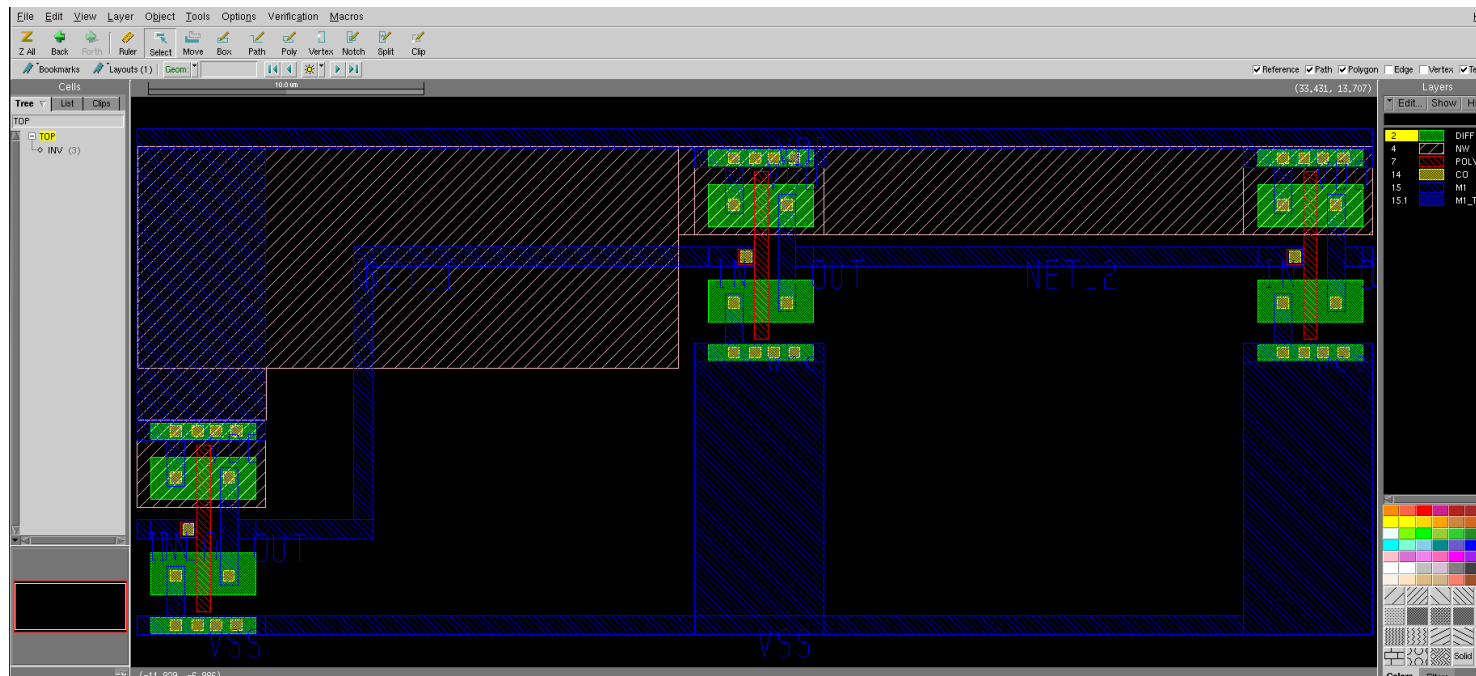
File	Description
layout.gds	サンプル GDS ファイル
layout.gds.layerprops	レイヤ名表示用のLayer properties ファイル
runme	Calibre xRC 実行スクリプト
hcells.txt	hcell ファイル
top-rules.xrc	トップレベルルール
source.sp	サンプルソースネットリスト
rules.lvs	LVS ルール
rules.C	Calibrated Parasitic capacitance ルール
rules.R	Calibrated Parasitic resistance ルール
mv-results.csh	実行毎に結果をそれぞれのディレクトリに移動するスクリプト
cleanme	実行ディレクトリを初期状態に戻すスクリプト

## 説明

### >> レイアウト

以下のようにコマンドライン入力してサンプルレイアウトを確認:

```
calibredrv layout.gds
```



#### Notes:

- GDSの全階層を表示させるには数字の9を押す
- レイアウト確認後Calibre DESIGNrevを終了

以下を確認:

- NET\_1 は、NWEELLとSubstrate領域上を通る M1 配線
- NET\_2 は、Substrate領域上だけを通るM1 配線
- NEWLL は VDDネットに接続
- Substrate は VSSネットに接続

- デフォルトでは、Calibre は基盤への容量をバーチャルグランドノード”0”に対する対地容量として抽出します。  
。 **PEX NETLIST .. GROUND *ground\_name*** でグランド名を指定すると、対地容量の接続先を“0”の代わりにデザインで使用しているグランド名に変更できます。
- 上記のアプローチはネットの寄生負荷効果を含んではいますが、正しい基盤層へのカップリング効果を含まないため、複数の基盤層を含むデザインでは不十分です。更に、この方法はバーチャルグランドネット名に基づいているので、物理的にその基盤レイヤに接続しているネットの対地容量は除外されません。
- Calibre PEX にデザイン内の物理的な基盤レイヤを認識させ、対地容量を正しい基盤レイヤネットに対する容量として抽出するには、以下の **SVRF** ステートメントを指定します:  
**PEX GROUND LAYER [STRAY | PRESERVE] *layer\_name* [*layer\_name*...]**
- 指定レイヤは図形をもち、**CONNECT** ステートメントに記述されている必要があります。また複数基盤レイヤ図形が重なっている時にどのレイヤが優先されるかは、**PEX GROUND LAYER** ステートメントでのレイヤ記述順に従います。
- STRAY オプションを指定すると、バーチャルグランドに対する全STRAY 容量が除去され、全ての対地容量を対基盤レイヤネットへのカップリングにできます。  
(STRAY容量については、以下の技術情報の添付PDF 8ページを参照  
MJ612467:PEX: 抽出用デッキでの GROUND LAYERS 設定 <https://support.sw.siemens.com/knowledge-base/MJ612467>)

## 説明

ここから、ルールに**PEX GROUND LAYER** を入れる前後で動作の違いを見ていきます。

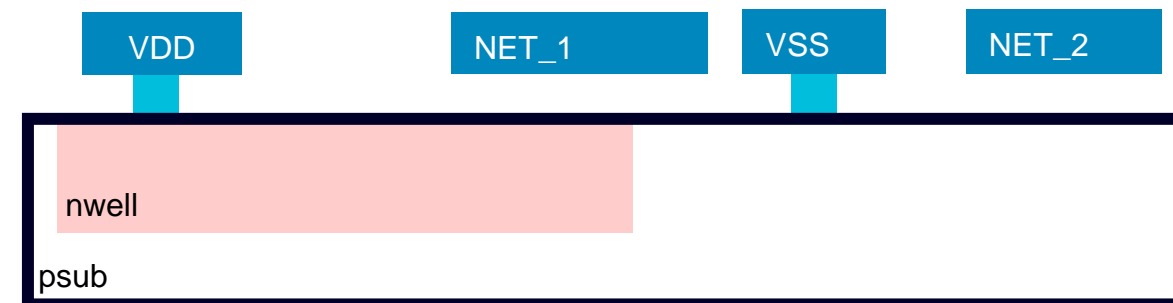
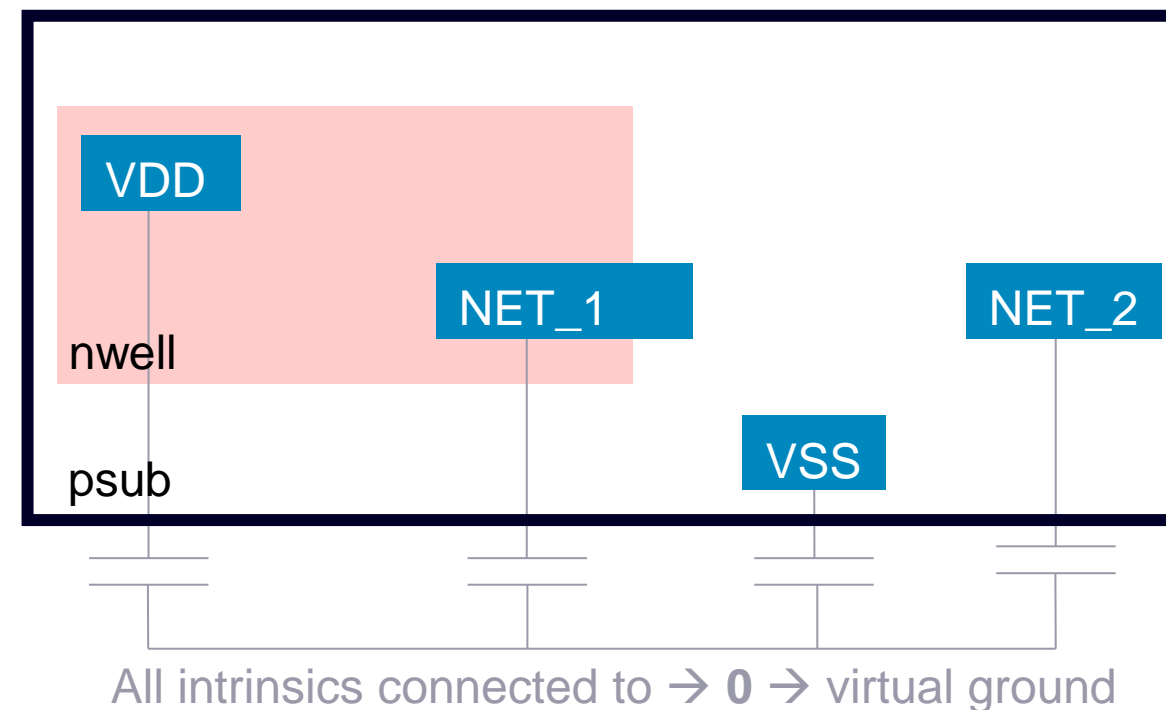
右図では青がmetal1配線です。

NET\_1 はnwellと psubレイヤの上に配線が通っていて、NET\_2 はpsub上にだけ配線があります。

VDD が nwellに接続し、VSS は psubに接続しています。

PEX GROUND LAYER を指定していない場合:

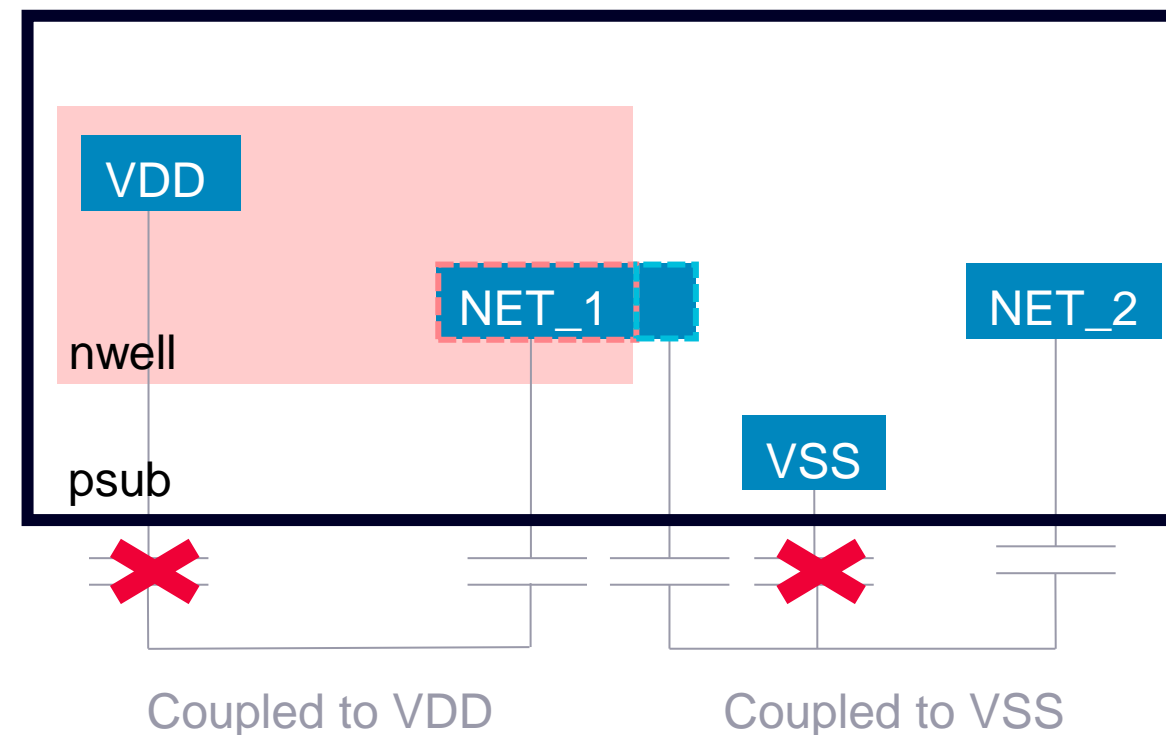
- 全対地容量の接続先はノード“0”です。



Cross-section View

## PEX GROUND LAYER nwell psub を指定した場合:

- nwellとpsubの重なっている箇所では、その上を通るネットの対地容量は、nwellに接続するVDDへのカップリング容量になります。これはPEX GROUND LAYERでpsubよりnwellが先に記述されていてnwellが優先されるからです。
- psub上だけを通る配線の対地容量は、VSSへのカップリング容量になります。
- VDDネットとVSSネットの対地容量は、同ネットへのカップリングになるので出力されません。





## 説明

### >> ルールブック

```
LAYOUT PATH "layout.gds"  
LAYOUT PRIMARY "TOP"  
LAYOUT SYSTEM GDSII  
  
SOURCE PATH "source.sp"  
SOURCE PRIMARY "TOP"  
SOURCE SYSTEM SPICE  
  
#IFDEF $ENABLE_PEX_GND_LAYER YES  
    PEX GROUND_LAYER nwell psub  
  
#ELSE  
#IFDEF $ENABLE_PEX_GND_LAYER STRAY  
    PEX GROUND_LAYER STRAY nwell psub  
  
#ENDIF  
#ENDIF  
  
MASK SVDB DIRECTORY "svdb" QUERY XRC IXF NXF XDB  
PEX NETLIST netlist.dspf DSPF SOURCENAMES
```

このスライドではルールの一部のみを表示しています

このルールでは環境変数ENABLE\_PEX\_GND\_LAYERで以下3つの条件を切り替えています:

- *ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER=YES*  
PEX GROUND LAYERで  
nwellとpsubをground layerとして指定。nwellが先
- *ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER=STRAY*  
PEX GROUND LAYERで  
nwellとpsubをground layerとして指定  
STRAYオプションを付けてstray容量を除去
- *ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER=YES*でもSTRAYでもない  
PEX GROUND LAYER設定無し

## 説明

### >> runme (実行スクリプト)

```
setenv ENABLE_PEX_GND_LAYER NO
$MGC_HOME/bin/calibre -lvs -hier -hcell hcells.txt top-rules.xrc |
& tee lvs.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -pdb -rcc top-rules.xrc |& tee pdb.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -fmt -c top-rules.xrc |& tee fmt.log
source mv-results.csh

setenv ENABLE_PEX_GND_LAYER YES
$MGC_HOME/bin/calibre -lvs -hier -hcell hcells.txt top-rules.xrc |
& tee lvs.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -pdb -rcc top-rules.xrc |& tee pdb.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -fmt -c top-rules.xrc |& tee fmt.log
source mv-results.csh

setenv ENABLE_PEX_GND_LAYER STRAY
$MGC_HOME/bin/calibre -lvs -hier -hcell hcells.txt top-rules.xrc |
& tee lvs.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -pdb -rcc top-rules.xrc |& tee pdb.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -fmt -c top-rules.xrc |& tee fmt.log
source mv-results.csh
```

runmeファイルは以下3回のxRCを実行します:

- ***ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER=NO***  
**PEX GROUND LAYER指定無の実行**
- ***ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER=YES***  
**PEX GROUND LAYER nwell psub**  
**の実行**
- ***ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER=STRAY***  
**PEX GROUND LAYER nwell psub STRAY**  
**の実行**

## 説明

### >> runme (実行スクリプト)

```
setenv ENABLE_PEX_GND_LAYER NO
$MGC_HOME/bin/calibre -lvs -hier -hcell hcells.txt top-rules.xrc |
& tee lvs.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -pdb -rcc top-rules.xrc |& tee pdb.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -fmt -c top-rules.xrc |& tee fmt.log
source mv-results.csh

setenv ENABLE_PEX_GND_LAYER YES
$MGC_HOME/bin/calibre -lvs -hier -hcell hcells.txt top-rules.xrc |
& tee lvs.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -pdb -rcc top-rules.xrc |& tee pdb.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -fmt -c top-rules.xrc |& tee fmt.log
source mv-results.csh

setenv ENABLE_PEX_GND_LAYER STRAY
$MGC_HOME/bin/calibre -lvs -hier -hcell hcells.txt top-rules.xrc |
& tee lvs.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -pdb -rcc top-rules.xrc |& tee pdb.log
$MGC_HOME/bin/calibre -xrc -fmt -c top-rules.xrc |& tee fmt.log
source mv-results.csh
```

各xRC実行後には mv-results.csh スクリプトが実行され、以下を行う:

- svdbと出力ネットリストの名前を環境変数 *ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER* に従ってリネーム
- *ENABLE\_PEX\_GND\_LAYER* 変数名のディレクトリを作成し、データベース・ネットリスト・ログファイルをそこへ移動

## 実行方法

- ターミナルから runme ファイルを実行:

```
source ./runme
```

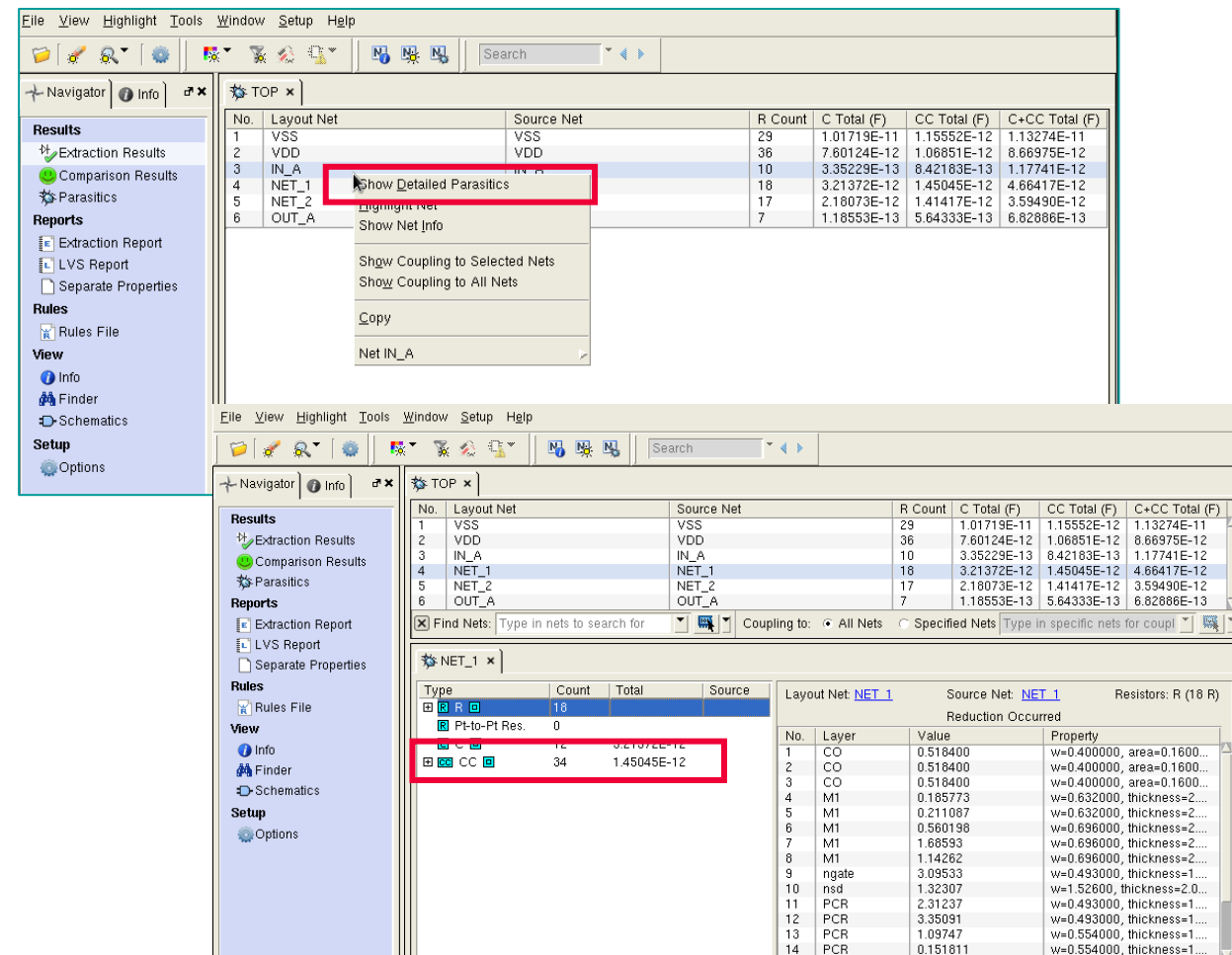
- 次ページ以降の説明に従い、実行結果Standard Verification Database (SVDB) をCalibre Results Viewing Environment (RVE)を使って確認
- ネット NET\_1, NET\_2, VDD の容量を調べていきます
- 各結果の確認後に次のステップに進む前に開いたRVEはクローズする（次のステップでまたコマンドラインからRVEでSVDBを開くため）

## 実行方法

### >> PEX GROUND LAYER無し結果の確認

- 以下のようにターミナルからRVEで  
**PEX GROUND LAYER無し**で実行した結果svdbを開く  

```
calibre -rve
PEX_GND_LAYER_NO/svdb.PEX_GND_LAYER_NO
```
- RVEでロードができたなら  
 ネットのどれかを選択して右クリック  
 “Show Detailed Parasitics” をクリック  
 寄生詳細タブが表示される
- 寄生詳細タブで、ccの横の+をクリックして  
 ccリストを展開し、ネットについてのカップリング容量の接続先を調べる



The top screenshot shows the main RVE window with a table of layout nets. A context menu is open over the 'NET\_1' row, and the 'Show Detailed Parasitics' option is highlighted.

No.	Layout Net	Source Net	R Count	C Total (F)	CC Total (F)	C+CC Total (F)
1	VSS	VSS	29	1.01719E-11	1.15552E-12	1.13274E-11
2	VDD	VDD	36	7.60124E-12	1.06851E-12	8.66975E-12
3	IN_A	IN_A	10	3.35229E-13	8.42183E-13	1.17741E-12
4	NET_1	NET_1	18	3.21372E-12	1.45045E-12	4.66417E-12
5	NET_2	NET_2	17	2.18073E-12	1.41417E-12	3.59490E-12
6	OUT_A	OUT_A	7	1.18553E-13	5.64333E-13	6.82886E-13

The bottom screenshot shows the 'Show Detailed Parasitics' window for 'NET\_1'. The 'CC' row is expanded, showing a list of components connected to it.

Type	Count	Total	Source
CC	34	1.45045E-12	

The 'CC' row is expanded to show a list of components connected to it.

No.	Layer	Value	Property
1	CO	0.518400	w=0.400000, area=0.1600...
2	CO	0.518400	w=0.400000, area=0.1600...
3	CO	0.518400	w=0.400000, area=0.1600...
4	M1	0.185773	w=0.632000, thickness=2...
5	M1	0.211087	w=0.632000, thickness=2...
6	M1	0.560198	w=0.696000, thickness=2...
7	M1	1.68593	w=0.696000, thickness=2...
8	M1	1.14262	w=0.696000, thickness=2...
9	ngate	3.09533	w=0.493000, thickness=1...
10	nsd	1.32307	w=1.526000, thickness=2.0...
11	PCR	2.31237	w=0.493000, thickness=1...
12	PCR	3.35091	w=0.493000, thickness=1...
13	PCR	1.09747	w=0.554000, thickness=1...
14	PCR	0.151811	w=0.554000, thickness=1...

## 実行方法

### >> PEX GROUND LAYER無し結果の確認

- NET\_1

Type	Count	Total	Source
R	18		
Pt-to-Pt Res	0		
C	12	3.21372E-12	
CC	34	1.40043E-12	
IN_A	4	3.40998E-13	IN_A
NET_2	4	3.41246E-13	NET_2
VDD	14	3.59575E-13	VDD
VSS	12	4.08629E-13	VSS

- VDD

Type	Count	Total	Source
R	36		
Pt-to-Pt Res	0		
C	18	7.60124E-12	
CC	41	1.06851E-12	
IN_A	8	2.44404E-13	IN_A
NET_1	14	3.59575E-13	NET_1
NET_2	14	3.50587E-13	NET_2
OUT_A	5	1.13940E-13	OUT_A

対地容量: "0"ノードに接続

- NET\_2

Type	Count	Total	Source
R	17		
Pt-to-Pt Res	0		
C	9	2.18073E-12	
CC	34	1.41417E-12	
NET_1	4	3.41246E-13	NET_1
OUT_A	4	3.41308E-13	OUT_A
VDD	14	3.50587E-13	VDD
VSS	12	3.81027E-13	VSS

## 実行方法

### >> PEX GROUND LAYER nwell psub 結果の確認

- ターミナルからRVEで**PEX GROUND LAYER nwell psub**で実行した結果svdbを開く

```
calibre -rve
```

```
PEX_GND_LAYER_YES/svdb.PEX_GND_LAYER_YES
```

- NET\_1

Type	Count	Total	Source
<input checked="" type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	18		
<input checked="" type="checkbox"/> Pt-to-Pt Res.	0		
<input checked="" type="checkbox"/> CC <input type="checkbox"/>	50	4.74376E-12	
<input checked="" type="checkbox"/> IN_A	4	3.40998E-13	IN_A
<input checked="" type="checkbox"/> NET_2	4	3.41246E-13	NET_2
<input checked="" type="checkbox"/> VDD	20	2.10439E-12	VDD
<input checked="" type="checkbox"/> VSS	22	1.95713E-12	VSS

- NET\_2

Type	Count	Total	Source
<input checked="" type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	17		
<input checked="" type="checkbox"/> Pt-to-Pt Res.	0		
<input checked="" type="checkbox"/> CC <input type="checkbox"/>	45	3.67365E-12	
<input checked="" type="checkbox"/> NET_1	4	3.41246E-13	NET_1
<input checked="" type="checkbox"/> OUT_A	4	3.41308E-13	OUT_A
<input checked="" type="checkbox"/> VDD	18	4.70450E-13	VDD
<input checked="" type="checkbox"/> VSS	19	2.52065E-12	VSS

- NET\_1 と NET\_2 の以下を確認:

- 全ての0への対地容量が無くなっている
- VSSとVDDへのカップリング容量cc値が増加  
→ 全対地容量がVSSとVDDとのカップリング容量へ変換されたから

- VDDの以下を確認

Type	Count	Total	Source
<input checked="" type="checkbox"/> R <input type="checkbox"/>	36		
<input checked="" type="checkbox"/> Pt-to-Pt Res.	0		
<input checked="" type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/>	3	8.13700E-14	
<input checked="" type="checkbox"/> CC <input type="checkbox"/>	64	6.33219E-12	
<input checked="" type="checkbox"/> IN_A	10	3.14325E-13	IN_A
<input checked="" type="checkbox"/> NET_1	20	2.10439E-12	NET_1
<input checked="" type="checkbox"/> NET_2	18	4.70450E-13	NET_2
<input checked="" type="checkbox"/> OUT_A	7	1.63877E-13	OUT_A
<input checked="" type="checkbox"/> VSS	9	3.27915E-12	VSS

- いくつか stray 対地容量が残っている
- nwell上を通る他のネットの全対地容量がVDDへのカップリングに変換されたため、総cc値が全体的に増加

## 実行方法

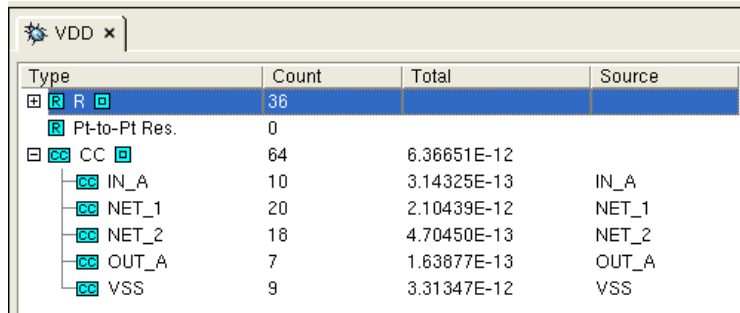
### >> PEX GROUND LAYER STRAY nwell psub結果の確認

- ターミナルからRVEで **PEX GROUND LAYER STRAY nwell psub** で実行した結果svdbを開く

```
calibre -rve
```

```
PEX_GND_LAYER_STRAY/svdb.PEX_GND_LAYER_STRAY
```

- VDDを確認

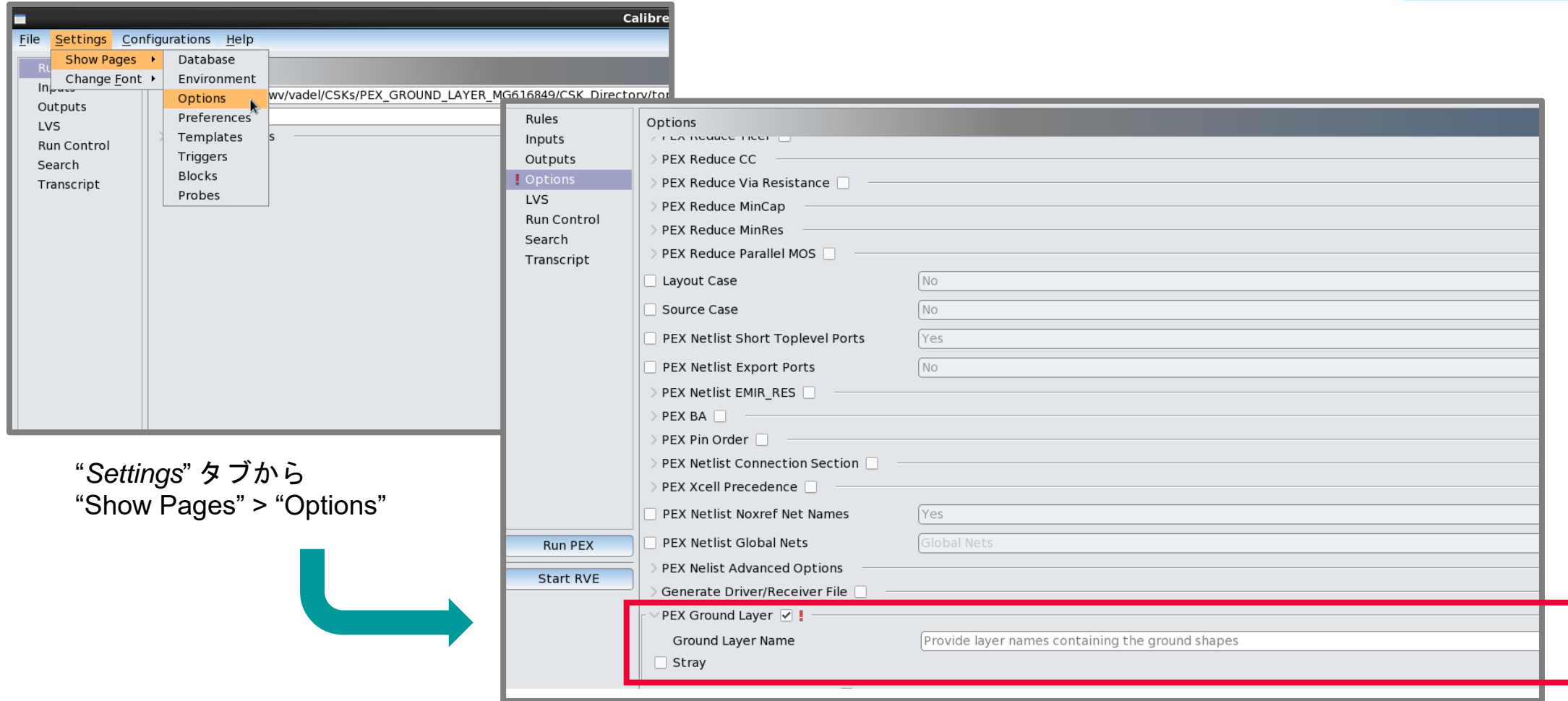


Type	Count	Total	Source
R	36		
Pt-to-Pt Res.	0		
CC	64	6.36651E-12	
IN_A	10	3.14325E-13	IN_A
NET_1	20	2.10439E-12	NET_1
NET_2	18	4.70450E-13	NET_2
OUT_A	7	1.63877E-13	OUT_A
VSS	9	3.31347E-12	VSS

- 全てのstray 対地容量が除かれている



# Calibre xRC Interactive GUIでの PEX GROUND LAYER 設定メニュー



“Settings” タブから  
“Show Pages” > “Options”



“options” タブで、“PEX Ground Layer”を選択し基盤レイヤを指定  
必要に応じて“Stray”オプションをチェック

**PEX GROUND LAYER** は、ネットに接続しているレイヤとして基盤レイヤを認識させるために使用される

デザインに複数基盤レイヤがある場合、**PEX GROUND LAYER**にそのレイヤを指定することで、基盤レイヤネット毎への正確なカップリングを計算できる

基盤レイヤが重なっている箇所では、カップリング容量先になるネットの優先度は、**PEX GROUND LAYER** でのレイヤ記述順序に従う

詳細は **Standard Verification Rule Format (SVRF) Manual** を参照下さい

Unpublished work. © 2023 Siemens

This software or file (the “Material”) contains trade secrets or otherwise confidential information owned by Siemens Industry Software Inc. or its affiliates (collectively, “SISW”), or SISW’s licensors. Access to and use of this information is strictly limited as set forth in one or more applicable agreement(s) with SISW. This material may not be copied, distributed, or otherwise disclosed without the express written permission of SISW, and may not be used in any way not expressly authorized by SISW.

Unless otherwise agreed in writing, SISW has no obligation to support or otherwise maintain this Material. No representation or other affirmation of fact herein shall be deemed to be a warranty or give rise to any liability of SISW whatsoever.

SISW reserves the right to make changes in specifications and other information contained herein without prior notice, and the reader should, in all cases, consult SISW to determine whether any changes have been made.

SISW MAKES NO WARRANTY OF ANY KIND WITH REGARD TO THIS MATERIAL INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE, AND NON-INFRINGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY. SISW SHALL NOT BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, CONSEQUENTIAL OR PUNITIVE DAMAGES, LOST DATA OR PROFITS, EVEN IF SUCH DAMAGES WERE FORESEEABLE, ARISING OUT OF OR RELATED TO THIS PUBLICATION OR THE INFORMATION CONTAINED IN IT, EVEN IF SISW HAS BEEN ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGES.

TRADEMARKS: The trademarks, logos, and service marks (collectively, “Marks”) used herein are the property of Siemens AG, SISW, or their affiliates (collectively, “Siemens”) or other parties. No one is permitted to use these Marks without the prior written consent of Siemens or the owner of the Marks, as applicable. The use herein of third party Marks is not an attempt to indicate Siemens as a source of a product, but is intended to indicate a product from, or associated with, a particular third party. A list of Siemens’ Marks may be viewed at: <http://www.plm.automation.siemens.com/global/en/legal/trademarks.html>

Support Center: <https://support.sw.siemens.com/>

Send Feedback on Documentation: [https://support.sw.siemens.com/doc\\_feedback\\_form](https://support.sw.siemens.com/doc_feedback_form)