

スタンダード・セルに対するネットリスト・ドリブン・レイアウトの使用

はじめに

GatewayおよびExpertのネットリスト・ドリブン・レイアウト (NDL)は、回路図からICレイアウトを作成するプロセスを合理化するパワフルなツールです。Simucad PDKで提供されるP-Cellライブラリには、回路の個々のデバイスにマッチするデバイス・レイアウトが含まれており、これらのP-CellはNDLフローで使用するために設定されています。しかし、多くの設計では、回路のサブサーキットに対応した、ユーザが作成したスタンダード・セルのレイアウトが使用されます。これらのレイアウト・セルは、ネット情報を回路図からレイアウトに渡すために修正された上で、NDLフローに含む必要があります。

本稿では、ロジック・セルを使用した簡単な例を用いて、スタンダード・セルのレイアウトでNDL機能を有効にする手順を示します。また、本稿の例では、インバータ、NAND、NORゲートのレイアウトを作成し、これらのスタンダード・セルに対してNDL機能を有効にするプロセスを説明します。

GatewayにおけるNDL設定

ロジック・サブサーキットの回路図に基本トランジスタを配置・配線接続した後、シンボル自動生成機能を使用してシンボルを作成します。シンボル自動生成機能を使用するには、Gatewayのメニューバーから[ツール]→[シンボルを自動生成]を選択します。または、[ファイル]→[新規作成]→[シンボル]を選択してシンボルを新規作成します。3つのロジック・ゲート用にシンボルを作成した後、NDLネットリストを使用してネット情報を回路図からレイアウトに渡すためにNDLシンタックスを作成する必要があります。

インバータ・シンボルを開いた状態で、[編集]→[プロパティ]を選択し、[シンボルのプロパティ]ダイアログを開きます。

「PREFIX」という名前のプロパティにNDLネットリストで使用するために値「X」を指定し、素子をサブサーキットとして定義します。「NAME」という名前のプロパティには、サブサーキット識別子を保持します。インバータの場合、値「inv」を指定します。このシンボルに対するNDLネットリスト・エントリのシンタックスは、NDLストリングで指定します。NDLストリングは、[シンボルのプロパティ]ダイアログの[NDL]ボタンをクリックして入力できます。NDLストリングには、図1に示すように、インスタンス接頭辞、インスタンス番号、ピン・リスト、インスタンス名を入力します。



図 1. [シンボルのプロパティ]ダイアログおよび[NDLストリング・エディタ]

NORおよびNANDゲート・シンボルに対しても同じ手順を実行します。シンボルのプロパティおよびネットリスト・シンタックスの詳細については、『Gatewayユーザズ・マニュアル』を参照してください。

ロジック・シンボルを含んだ回路が完成すると、Gatewayのメニューバーから[シミュレーション]→[NDLネットリストを表示]を選択してNDLネットリストを生成できます。

マップ・ファイルおよびインクルード・ファイル

GatewayNDLネットリストをExpertレイアウト・ツールに読み込むには、ネットリストのインスタンスをExpertのレイアウト・セルにマッピングするために2種類のファイルを作成する必要があります。1つは、ネットリストのサブサーキット・インスタンス名をレイアウト・データベースにマッピングするファイル(.map)です。レイアウト・データベースには、サブサーキットを表すセルが含まれています。シンタックスは次のとおりです。

```
inv logic_cells::inv
nand2 logic_cells::nand2
nor2 logic_cells::nor2
```

最初の列は回路図のサブサーキット名、次の列はレイアウト・データ名(logic_cells)とレイアウト・セル名です。

もう1つは、NDLで使用する各サブサーキットまたはデバイスに対してピン情報を定義するインクルード・ファイルです。

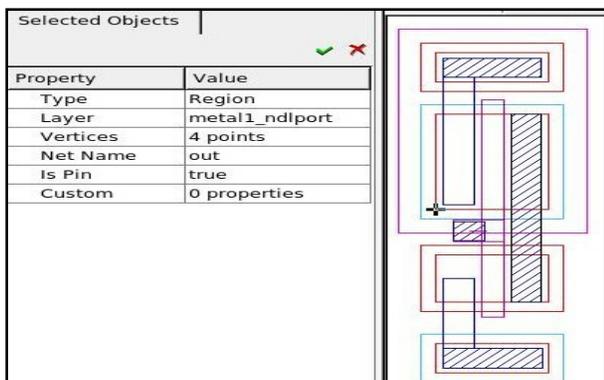


図2. インバータ・レイアウト・セル'out'ポートを表示したプロパティ・ウィンドウ

シンタックスは、次のとおりです。

```
*.SUBCKT_DEV inv 4
*.SUBCKT_DEV nand2 5
*.SUBCKT_DEV nor2 5
.subckt inv in out vdd vss
.ends
.subckt nand2 in1 in2 out vdd vss
.ends
.subckt nor2 in1 in2 out vdd vss
.ends
```

上記のピン情報により、NDLネットリストのネットはピン順序およびピン名に基づいてレイアウト・ポートにマッピングされます。インクルード・ファイルは、同じ名前の2つのファイル（この例では、logic_cells.incとlogic_cells.map）を処理することでマップ・ファイルが選択されたときに自動的に読み込まれます。

レイアウトへのポート追加

ネット情報をスタンダード・セルのレイアウトに渡すために、この例の各ロジック・セルにポートを追加する必要があります。ロジック・セルは、インクルード・ファイルで使用されたピン名に一致する必要があります。

Simucad PDKのテクノロジー・ファイルで提供されているNDLポート・レイヤを使用して、ポートとして動作するレイアウトの各部分に図形を描画します。次に、各図形を選択し、プロパティを編集してネット名を指定し、[Is Pin]を[true]に変更します。テクノロジー・ファイルにNDLポート・レイヤが存在しない場合、レイヤを作成し、基本配線レイヤと適切なレイヤ接続情報を持つように設定します。

NDLネットリストの読み込み

各スタンダード・セルが正しいポートをインクルードするために変更されると、ExpertにNDLネットリストを読み込みます。Expertのメニューバーから[ツール]→[ネットリスト・ドリブン・レイアウト]→[ネットリストを読み込む]を選択し、開いたダイアログでGatewayで作成したNDLネットリストを指定して読み込みます。最初に、マップ・ファイルが読み込まれていないため、未定義サブキットの警告が表示されます。ネッ

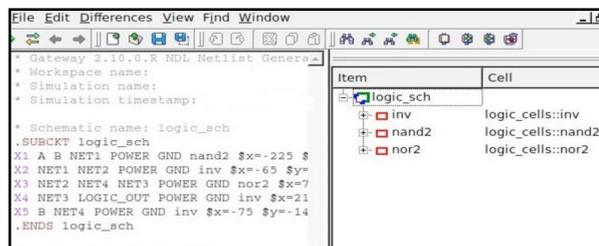


図3. ネットリスト・エディタ

トリスト・エディタで、[ファイル]→[マップを読み込む]を選択し、マップ・ファイルを指定します。次に、[ファイル]→[再読み込み]を選択してセル・マッピングと影響されるインクルード・ファイルを読み込みます。トップ階層回路の名前と階層がネットリスト・エディタの右側のネットリスト階層ツリーに表示されます(図3)。

セル・マッピングが正常に実行されると、トップ階層回路の各インスタンスはレイアウト・ライブラリとマッピングされたセル名を表示します(図3)。

レイアウトを作成するには、ネットリスト階層ツリーのトップ階層回路の名前を右クリックし、[Create]を選択します。スタンダード・セルのレイアウト・インスタンスがNDLネットリストのトップ階層回路の名前と一致した新規作成されたセルに配置されます。レイアウト・インスタンスには、配線支援用に設計されたExpert機能を使用するための必要なネットリスト情報が含まれます。図4は、ネット・フライトライン機能を使用して表示できる電気接続を持つインバータ・スタンダード・セルのうちの2つを示しています。

まとめ

GatewayおよびExpertのNDLフローを使用すると、ネット情報、適切なデバイス・タイプおよびサイズ、サブキット階層を自動転送することで、回路図からICレイアウトを作成するプロセスを大幅に簡素化できます。また、スタンダード・セルを有効にしてNDLを使用することで、これらの利点を共有できます。つまり、レイアウト設計者はExpertの数多いツールを使用して、時間を短縮し、配線エラーを削減してレイアウトを完成できます。本稿で説明した手順は、回路図にアナログ・サブキットまたはデバイスが含まれる、ユーザによって作成された任意のスタンダード・セルのレイアウトに適用できます。

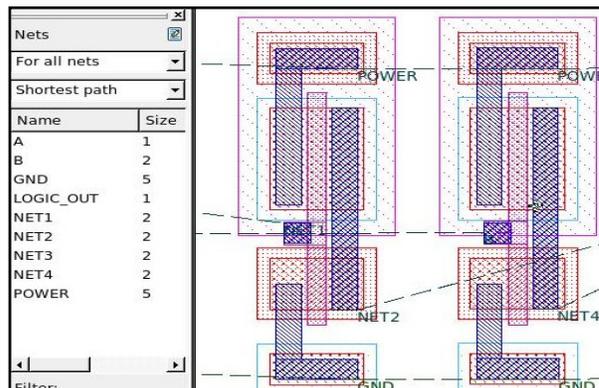


図4. ネット・フライトラインを示したレイアウト・インスタンス