



パワープレーンとスプリットプレーン

概要

Article

AR0126 (v1.0) December 9, 2003

パワープレーンは、プリント基板の全体に電氣的に安定したグラウンドや電源を供給するために使用される基板内側のレイヤです。このアーティクルでは、このパワープレーンとスプリットプレーンについて紹介します。

PCB エディタでは、最大 16 層までのインターナルパワープレーンが使用できます。これらの各層へネットを割り当てるかまたは、複数に分割した各エリアに違うネットを割り当てて、1 つのプレーン層を共有することが可能です。パワープレーンへのパッドとビアの接続は、Plane デザインルールによってコントロールされています。

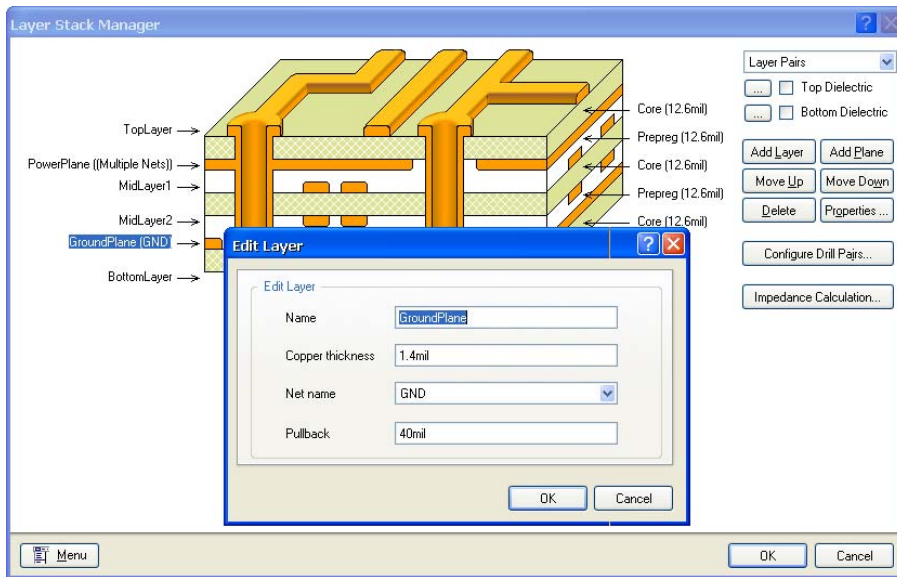
パワープレーンはネガ状で作成されますので、パワープレーン層にオブジェクトを配置したところは銅箔がなくなり、その他のオブジェクトが無い部分は全て銅箔のエリアとなります。

インターナルプレーンの作成

インターナルパワープレーンは、Layer Stack Manager (**Design » Layer Stack Manager**) を使って PCB デザインに作成できます。新しいインターナルプレーンを追加するには、Layer Stack Manager ダイアログで既存の層を選択し、ハイライト表示させてから **Add Plane** ボタンをクリックすると、選択した層の下側にインターナルプレーンが追加され、レイヤスタックの表示に新しいインターナルプレーンが追加されています。インターナルプレーンのレイヤ名称部分をダブルクリックすると、**Edit Layer** ダイアログが表示され、レイヤ名、銅箔厚、ネット名、プルバック（銅箔間隙）の各属性の設定が行えます。

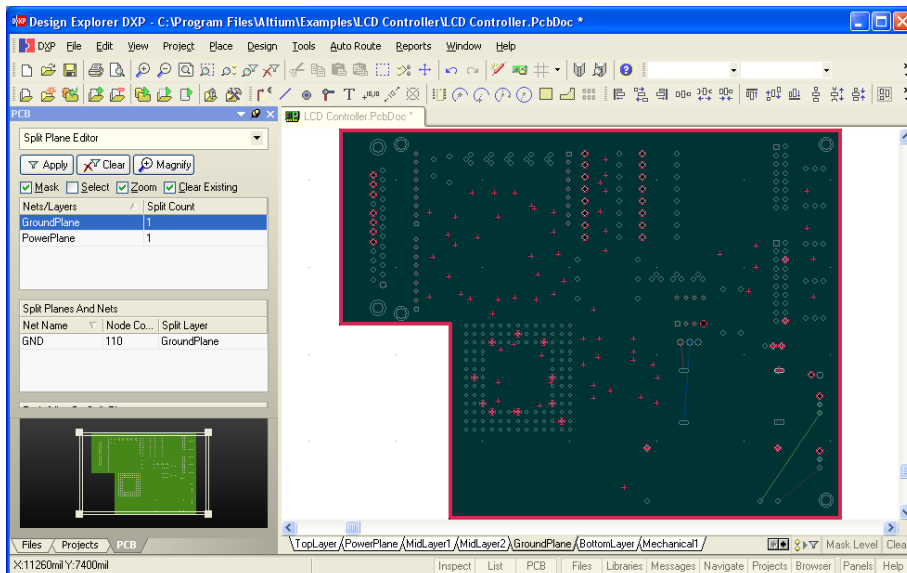
一般的な PCB 製造では、銅箔層を偶数セット積層しています。したがって信号層とプレーン層は偶数である必要があります。

パワープレーンとスプリットプレーン



パワープレーンの表示

パワープレーンを確認するには、**Board Layers & Colors** ダイアログ (**Design » Board Layers & Colors**) の **Show** オプションにチェックマークを付け、インターナルプレーンをあらかじめ表示させておき、ワークスペース下部のパワープレーンのタブをクリックします。



必要であれば、ワークスペース内をクリックするか、または **End** キーを押して画面をリフレッシュします。パッドのホールやマルチレイヤに存在するオブジェクトも一緒に表示されているかもしれません。単一あるいは複数レイヤの表示切り替えには、ショートカットキー **Shift+S** を使用します。

インターナルプレーン内をクリックすると、輪郭トラックに囲まれたエリアがハイライト表示します。さらに、PCB パネルの上部のドロップダウン・メニューから **Split Plane Editor** を選択すると、選択したインターナルプレーンとその内容が表示されます。

プルバックとパワープレーン

パワープレーンが追加されると、基板の外形に沿って端面からプレーンの逃げを作成するプルバックと呼ばれるトラックが自動的に作成されます。これらのトラックは実際には **Edit Layer** ダイアログで指定した **Pullback** の値の 2 倍です。トラックは基板外形に沿って配置されるので基板外に半分、内側に半分となります。

この幅は **Layer Stack Manager** でのみ設定可能で、プルバックとして配置されたトラックをスクリーンで編集することはできません。もしインターナルプレーンの **Pullback** の値が変更されれば、これらのトラックは自動的に再構成されます。基板外形に関する詳細は、チュートリアル「ボードシェーブ&シート」を参照してください。

非銅箔領域の作成

プレーン層の非銅箔領域、すなわち銅箔の無いエリアを作成するには、**Place** コマンドを使用し、ライン、アーク、フィルを配置します。

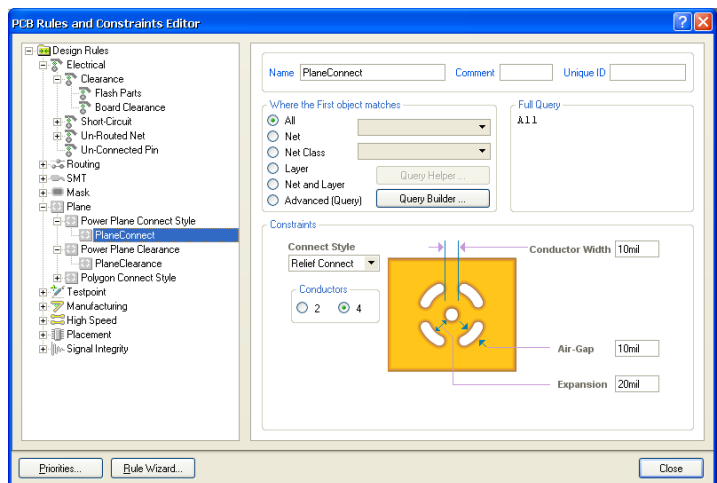
パワープレーンへのパッドとビアの接続

パッドとビアのプレーンへの接続は、**PCB Rules and Constraints Editor** ダイアログ (**Design » Rules**) 内の **Plane** セクションのパワープレーンに関するデザインルールで設定されます。特定のパッドやビアを接続するか、または接続しない、という条件を設定したデザインルールを追加することができます。

サーマルリリーフとダイレクト接続

スルーホールパッドとビアは、ダイレクト、またはサーマルリリーフでパワープレーンへ接続することができます。サーマルリリーフ接続は基板がハンダ付けされる場合に、ピンを銅箔面積の多いパワープレーンから熱的に分離するために使用されます。PCB エディタ内のデザインルールでは、パワープレーンに接続する各パッド、または全パッドのサーマルリリーフ形状を設定できます。

Power Plane Connect Style デザインルールでは、コンポーネントのピンからパワープレーンへの接続スタイルが 3 種類設定でき、ダイレクト接続（銅箔への直接接続）、サーマルリリーフ接続、未接続のオプションが用意されています。

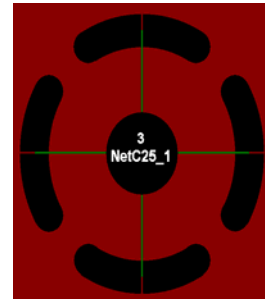


パワープレーンとスプリットプレーン

パワープレーン層に SMD 電源ピンを接続するために、特別な機能も用意されています。パワープレーンに接続されるネット上の SMD パッドが、適切なプレーン層に接続できるように自動的にタグが付けられます。オートルーターはファンアウト（SMD パッドから接続された短いトラックとプレーン層へ接続するビアで構成される）の配置により、これらのパッドを電気的な接続を行います。

あるネットをパワープレーンへ接続するように設定すると、その割り当てられたネットの各パッドの中心に小さな十字が表示されます。リリーフ接続では「+」に、ダイレクト接続では「x」で表示されます。ピンがプレーン層にダイレクト接続されたパッドは、単純にパッドの穴までプレーンの表示色で表示されます。

ガーバーファイルを出力する際、サーマルリリーフの形状に制限があることに注意してください。接続ラインが 2 本のサーマルリリーフは、ガーバー・フォーマット RS-274X ではサポートされていません。従ってサーマルリリーフはすべて 4 本の接続ラインを持つ形状に変換されます。

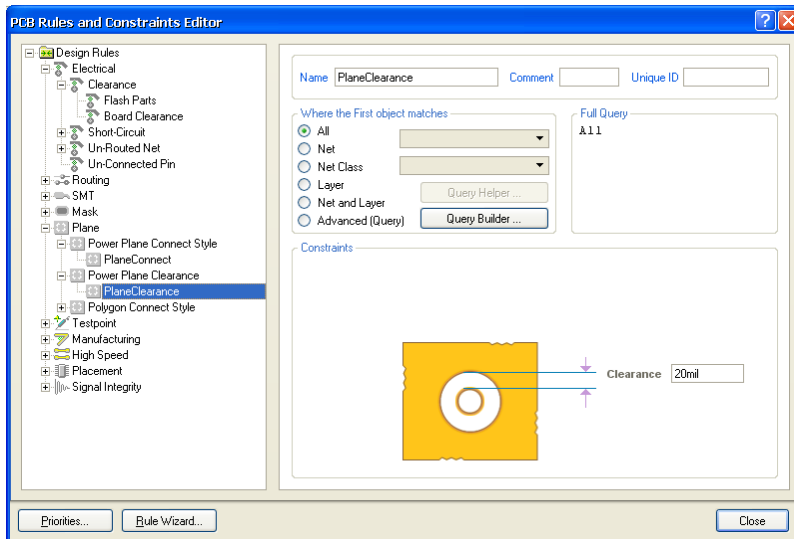


サーマルリリーフはパワープレーンへパッドを接続します。黒く見える円弧は銅が無いエリアです。

パワープレーンに接続しないパッド

パワープレーンに接続しないパッドは、銅箔を削除するエリアによってプレーンから分離されます。銅箔を削除するエリアのサイズは、Power Plane Clearance デザインルールでパッドの穴からのサイズで指定します。

デザインルールは階層構造です。したがって、他のルールを無効にする新しいルールを追加することが可能です。同様のタイプのデザインルールがある場合には、PCB Rules and Constraints Editor ダイアログでルールのプライオリティを正確にセットしてください。



パワープレーンへのビアの接続

パッドと同様、ビアも同じネット名前を持ったインターナルパワープレーンに自動的に接続されます。ビアも Power Plane Connect Style デザインルールで設定されたルールに従って接続されます。ビアをパワープレーンに接続させたくない場合は、接続スタイルを No Connect に変更し、IsVia のスコープ・クエリを持つ Power Plane Connect Style デザインルールを追加してください。

基板製造への考慮

サーマルリリーフの形状や寸法が、基板製造に適しているかチェックしてください。またパワープレーンに接続しているパッドの周囲を、プレーンに接続していないパッドやビアで囲まれたために、接続が必要なパッドがプレーンから孤立していないことをチェックしてください。さらにプレーン内にあまり多くの空白を設けないように、最大の銅箔面積を保ちながら製造との間のバランスを考慮してください。

パワープレーンからパッドとビアを分離

パッドやビアがパワープレーンに接続、あるいは未接続なのかを個別に制限するために、**Power Plane Connect Style** デザインルール内でクエリが使用できます。パッド指定は、デジグネーターやパッドサイズといった個別の属性をターゲットとすることができます。ビアはデジグネーターを持たないので、ビアの直径などの物理的属性を対象にします。

パワープレーンに接続させないパッドやビアの個別指定

例えば、デジグネーターが **U7-** から始まるパッドをパワープレーンに接続させたくない場合には、**Power Plane Connect Style** デザインルールのスコープ（適用範囲）を (ObjectKind = 'Pad') and (Name Like 'U7-*') と設定し、接続スタイルを **No Connect** に設定します。(ObjectKind = 'Pad') and (HoleSize = 25) のクエリでは、**25** ミルのホール・サイズを持ったパッドのみが対象になります。

一部のビアをパワープレーンに接続させたくない場合は、それらのビアの属性を他のビアと区別できる属性に変更し、新たに **No Connect** 接続スタイルと設定した **Power Plane Connect Style** デザインルールのスコープを変更したビアの属性にマッチするようにクエリを記述します。例えば、クエリが (ObjectKind = 'Via') And (ViaDiameter = '24') であれば、ビア直径が **24mil** のビアがマッチします。ネットが **VCC** であるビアをターゲットとするには InNet('VCC') and IsVia とクエリを記述します。

上の方法ではビアを区別できない場合には、これらのビアをフリーパッドに変換し、パッド名をスコープとすることもできます。そのやり方は、目的のビアをセレクトしてから (**Tools » Convert » Convert Vias to Free Pads**) コマンドを起動してフリーパッドに変換し、Designator 名を例えば NoPlaneConnect などに変更します。次に、新しい **Power Plane Connect Style** デザインルールを追加して、ルールのスコープに (ObjectKind = 'Pad') and (Name = 'Free-NoPlaneConnect') と指定します。さらに **Connect Style** を **No Connect** してください。以上の操作で NoPlaneConnect という名のフリーパッドはすべて、パワープレーンレイヤから分離されます。

パワープレーンレイヤの削除

パワープレーンレイヤを削除する前に、そのプレーンに存在するプリミティブをすべて削除し、インターナルプレーンからネットを分離しておく必要があります。

プレーンに存在するプリミティブを削除するには、まず削除したいプレーンレイヤをカレントにし、ショートカットキー **S,Y** を使ってレイヤ上のプリミティブをすべて選択してから削除します。次に **Layer Stack Manager** (**Design » Layer Stack**

インターナルプレーンのブルバックトラックは、基板形状から自動的に作成されます。通常のトラックの様に削除することはできません。

パワープレーンとスプリットプレーン

Manager) で、削除するインターナルプレーンのネットを **No Net** へ変更します。その後、**Delete** ボタンをクリックすると、**Layer Stack Manager** からインターナルパワープレーンが削除されます。

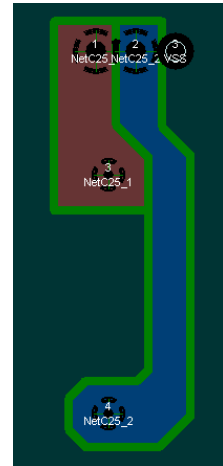
スプリットプレーン

スプリット (分割) プレーンとは、プレーンを別々の電氣的に独立した複数の領域に分けたインターナルプレーンのエリアのことです。エリアはそれぞれ、同一ネットのピンをすべて囲んだ境界となるラインを配置することで定義され、各エリアは、1つのインターナルプレーン上に複数の分断したプレーンを作成し、異なったネットに指定されています。

分割したパワープレーン内をさらに複数のプレーンに分割することが可能です。この分割の工程は、配置したライン幅で銅箔を削り取るのに似ています。パワープレーンはネガのイメージで作成されますので、配置する境界線のためのラインは、プレーン上のネットと隣接ネット間の区別を形成する細長い銅箔の無いエリアとなります。

通常、初めに多くのパッドを持つネットをインターナルプレーンに指定しておき、次に分割してプレーンに接続したいネットを定義します。スプリットプレーン内に含まれず、接続できなかったパッドは、信号レイヤでの接続が完了するまでコネクションラインの表示が消えずに残ります。

スプリットパワープレーンは、**Design Rule Checker** のチェック対象になっています。しかし、シグナルインテグリティでは連続した銅箔のレイヤと見なされ、分割は認識されません。また、分割したエリアを多角形として定義できないので、**CAMtastic** のネットリスト抽出機能は、この **DXP** モードで分割されたパワープレーンをサポートしません。



インターナルプレーン上のスプリットプレーン

デザインにおけるスプリットプレーンの使用

スプリットプレーン内部をさらに分割する (プレーンのネストや浮島を設ける) ことができますので、必ずしも内側のスプリットプレーンを外側と接続する必要はありません。分割したプレーンをさらに分割する場合は、パワープレーンレイヤにオブジェクトを配置して、電氣的に分離したエリアを作成します。

スプリットプレーン作成時の表示のヒント

パワープレーンに分割したエリアを作成する際、画面上でエリア内に含む必要のあるすべてのパッドを確認するのは難しい場合もあります。スプリットプレーンに接続したいパッドを画面でより確認しやすくするには、下記のテクニックを参考にしてください。

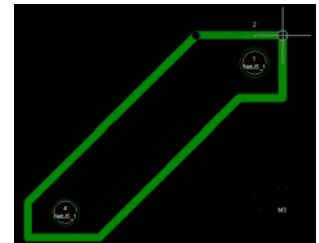
- 画面表示するレイヤを必要最低限にします。例えば **Keep Out layer**、**Multilayer** と使っている **Mechanical layers** と作業を行なう **Power plane** のみとします。**Board Layers & Colors** ダイアログ (**Design** » **Board Layers & Colors**)を開いて、表示させないレイヤを設定してください。
- コネクションラインをすべて非表示にし (**View** » **Connections** » **Hide All**)、これから作業するネットのコネクションラインだけを (**View** » **Connections** » **Show Net**) コマンドで表示させます。
- PCB パネルから **Nets** を選び、目的のネット名をダブルクリックして開いた **Edit Net** ダイアログで他とは異なる表示色に変更します。

- インターナルプレーンへ接続しているネットのパッドだけを画面に表示させるには、PCB パネルでネット名をクリックすると、他のすべてがマスク（表示の輝度が落ちる）されて表示されます。
- 一番多くのパッドを持つネットをインターナルパワープレーンに割り当て、次に、InNet ('A') or InNet ('B') のようなクエリを List パネルで使用して、例えばサーマルリリーフを持つパッドとそうでないパッドを、新たなスプリットプレーンに含めるべきパッドかを識別するためにネットを表示させます。
- インターナルプレーンにあるオブジェクトやプリミティブだけを表示させたい場合には、リスト・パネルで OnPlane クエリが使用できます。

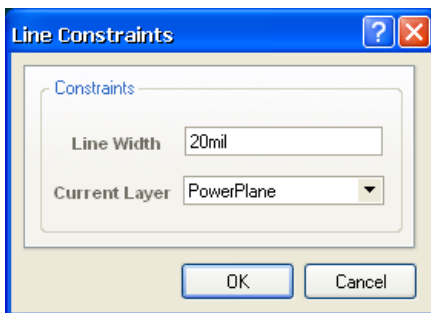
スプリットプレーンの作成

DXP ではスプリットプレーンをライン、アーク、トラックやフィルなどのオブジェクトを配置して作成することができます。これらを配置してプレーンを分離すると、すぐに新たなスプリットプレーンが作成されます。その時、ネットが新たなスプリットプレーンと関連します。

スプリットプレーンを作成するもっとも簡単な方法は、**Place » Line** コマンドを使いラインを引いて、パワープレーン上に境界線を引くことです。これはプレーン同士を分ける銅箔の削除部分を作成するために、ラインをアートワークで引いています。引いたライン幅が、銅箔を分離する間隔になります。右クリックしてライン配置モードを終了すると、プレーンの解析が自動で実行され、独立した分割エリアが作成されます。ラインの配置中に分割するプレーンとインターナルプレーンとの間隔を変更するには、**Tab** キーを押して表示された **Line Constraints** ダイアログでラインの幅を変更してください。



分割プレーンの作成には **Place » Line** コマンドを使います。



単純にパワープレーンを2つのエリアに分割するには、プルバックトラック（基板外形からのインターナルプレーンの逃げを設定するトラック）から反対側のプルバックまでをラインを引きます。ラインがプルバックトラックへ接続すれば、分割エリアが形成されスプリットプレーンを識別する **Poly** オブジェクトが作成されます。ラインが確実にプルバックトラックに接触したことは、カーソルのクロス部に円マークが表示されることで確認できます。

最小の導体間隔について不明の場合は、PCB 製造業者と相談してください。

複雑な形状のスプリットプレーンを定義するために、ライン以外にもアークやフィルで構成された形状を構成することが可能です。さらに、既にインターナルプレーンに配置してあったライン、アーク、フィル、トラックを使ってプレーン境界の一部を形成することも可能です；オブジェクトの種類にかかわらず、それらで囲まれたエリアを形成していれば分割プレーンが作られます。

アーク、フィルおよびトラックの使用

プレーンの分割にアークを使用する場合は、アーク・セグメント間を短いトラック・セグメントで繋ぐことが推奨されます。フィル (**Place » Fill**) は分割したプレーンを作成できないことに注意してく

パワープレーンとスプリットプレーン

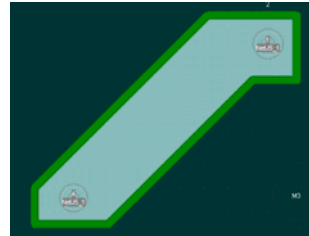
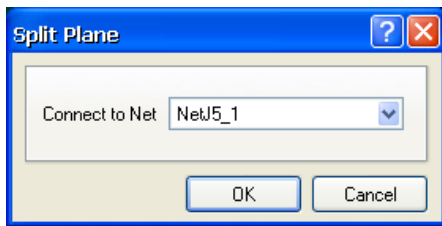
ださい：フィルは単に銅箔の無いエリアを作成しているだけです。例えばスプリットプレーンの外側端を形成するために、フィルを配置することは可能です。

Place » Interactive Routing コマンドを使用して、ラインの代わりにトラックを配置する場合は、トラックのネット名が **No Net** にセットされ、スプリットプレーンには適切なネット名に関連づけられていることを確認してください。

スプリットプレーンへのネットの付加

分割エリア内側をクリックし、閉じた領域のエリアだけがハイライト表示されることで、分割したエリアが正確に定義されていることを確認できます。

エリアがハイライトしている時に、その内部をダブルクリックすると、エリアへのネットの割付けが確認できます。**Split Plane** ダイアログのドロップダウンリストから、スプリットプレーンへの適切なネット名を選んでください。



ハイライト表示されているスプリットプレーン

分割プレーンは、そのネットの色を暗くした半透明のシェードで表示されます。ネットの表示色は、PCB パネル上部のプルダウンメニューから **Nets** を選択し、ネット名をダブルクリックして開いた **Edit Net** ダイアログで変更できます。

旧バージョン互換のスプリットプレーンモード

Protel の旧バージョンから PCB をインポートする際、インポート時に起動される Protel DXP Import Wizard で **Convert Split Plane Objects To DXP Split Planes** オプションのチェックマークを外していれば、旧バージョン互換のスプリットプレーンモードで操作することが可能です。インポート後、旧バージョンで使っていた **Place » Split Plane** コマンドが有効になり、スプリットプレーン作成に使用できるようになります。Protel の旧バージョンへスプリットプレーンのある基板を引き継ぐ場合には、この **Split Plane** コマンドを使用することが必要です。

このモードは旧バージョンの基板を、DXP のプレーンモードへ変換するまで続きます。この件に関する詳細は「**Protel 99 SE からのデザイン移行**」アートを参照してください。

パワープレーンへのトラックの配置

パワープレーンレイヤはネガ状で構築されるため、パワープレーンレイヤに配置したトラックは、銅箔の無いエリアを作成します。このため電氣的接続は作成されません。従って、プレーンレイヤでは 1 本のトラックだけで配線することは不可能です。パワープレーンレイヤ上でネットの配線をしたい場合は、接続させたいトラック幅で島状のエリアを作成することが必要です。トラックのように作用するエリアを、ライン (**Place » Line**) を配置して周囲の境界線を作成した後、エリアを目的のネットに指定することでスプリットプレーンを作成します。

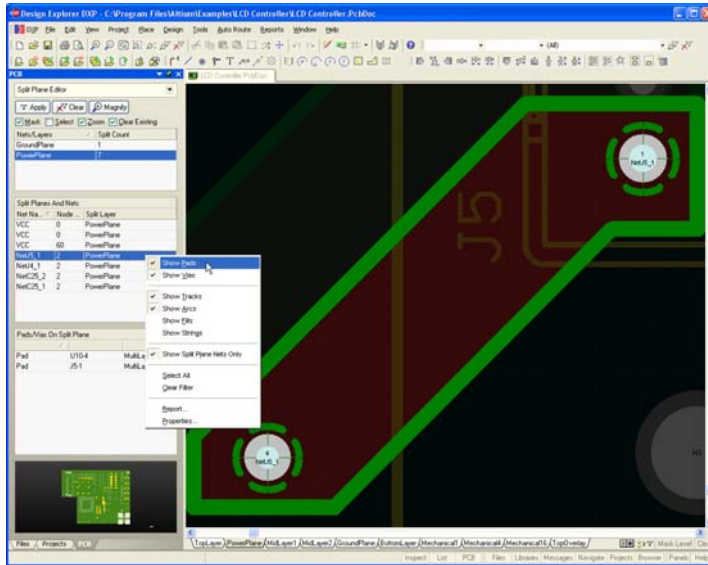
また、プレーンレイヤ上に数多くの接続を作成しなければならない場合は、プレーンレイヤを使うよりシグナルレイヤにポリゴンプレーン (カッパーポワ) を配置してパワープレーンを作成した方が効率的です。

スプリットプレーンの確認と編集

PCB パネル上部のドロップダウンリストから、**Split Planes Editor** を選択すると、スプリットプレーンの確認と編集が行えます。

パネルでプレーン名をクリックすると、そこに含まれるプレーンやスプリットプレーンを選択することが可能です。またそのパワープレーン上にあるネット名がリスト表示されます。

Split Planes and Nets セクションのスプリットプレーン名をクリックすると、そのスプリットプレーンに含まれるパッドやビアが表示されます。スプリットプレーンに関連づけられたネット名を編集するには、スプリットプレーン名をダブルクリックするか右クリックしてメニューから選択します。



スプリットプレーンの削除

プレーンが分割されているとき、分割を形成していた境界線を削除すると、スプリットプレーンも削除されます。このように、スプリットプレーンを構成していたラインや他のプリミティブを削除すればスプリットプレーンも削除されます。プルバックトラックの削除は、単にレイヤスタックからインターナルプレーンを削除すればよいことを覚えておいてください。

更新履歴

Date	Version No.	Revision
9-Dec-2003	1.0	New product release

Software, documentation and related materials:

Copyright © 2003 Altium Limited.

All rights reserved. Unauthorized duplication, in whole or part, of this document by any means, mechanical or electronic, including translation into another language, except for brief excerpts in published reviews, is prohibited without the express written permission of Altium Limited. Unauthorized duplication of this work may also be prohibited by local statute. Violators may be subject to both criminal and civil penalties, including fines and/or imprisonment. Altium, DXP, Design Explorer, nVisage, Nexar, Protel, P-CAD, Tasking, CAMtastic, Situs and Topological Autorouting and their respective logos are trademarks or registered trademarks of Altium Limited. All other registered or unregistered trademarks referenced herein are the property of their respective owners and no trademark rights to the same are claimed.