

5R-10

超LSI設計支援システム (5)
— オンライン DRC —由上 秀昭[†]、長尾 明^{††}、谷 貞宏^{††}、神戸 尚志^{††}、西岡 郁夫^{††}、今井 正治[†][†]豊橋技術科学大学 ^{††}シャープ株式会社

1. はじめに

LSI 設計支援システムの一環として、DRC (設計規則検証) をオンラインで行う機能を実現した。マスクパターンの人手による入力・編集において、設計規則上の違反は避けられない。そこでマスクパターンが設計規則に適合しているかどうかを、レイアウト設計の早期に検証できる機能が必要である。今回、開発したDRCは、レイアウト設計中にエディタよりコマンドとして利用することができるので、設計規則誤りの早期発見が可能である。

2. 機能、特徴

(1) オンライン処理

バッチ形式で運用される従来の DRC では、通常、レイアウトの入力・編集後、チップ全体に対して検証が行われる。マスクパターンの一部に対する検証には、入力・編集を一旦中断しなければならない。このような理由で、DRC は少なくとも設計がある程度進んだ段階で行われることになり、違反箇所にかかわる修正の手間は増大する。

本 DRC は、LSI 設計支援システムにコマンドとして組み込まれており、入力・編集集中に実行できるので、違反箇所をレイアウトの設計初期に検出し、修正することができる。

(2) 領域指定による DRC

DRC の対象となる領域は、画面上にマルチウィンドウで表示されたウィンドウのいずれか 1 つである。これにより、入力・編集集中のウィンドウという目に見える領域に対して、インタラクティブに検証が行える。又、マルチウィンドウにより、新たにウィンドウを設定することで、任意の領域に対する検証が行える。

この時、対象図形の抽出に、画面表示と同様の

データ検索構造^[1]を用いることで高速化を図っている。又、検証領域がウィンドウに限定されていることにより、高速処理が可能である。

(3) 階層設計への対応

レイアウトエディタは、マスクパターンの階層設計をサポートしている。本 DRC では、この階層設計されたマスクパターンを扱え、指定により任意階層までの検証が行える。即ち、セルの重なり部分・隣接部分におけるマスクパターンの検証が可能である。これにより、まず設計規則誤りのないセルを作成し、その上で、これを階層的に組み合わせていくことにより、誤りのないチップを効率よく設計できる。

(4) 設計規則の記述

設計規則はテクノロジーファイルに記述されている。このテクノロジーファイルは、プロセス毎に用意されており、使用プロセスに応じた設計規則で検証が行われる。

3. 処理手順

本 DRC の処理の流れを図 1 に示す。

レイアウト設計時に入力されるパターンは、交差・重複を許した多角形からなっており、DRC

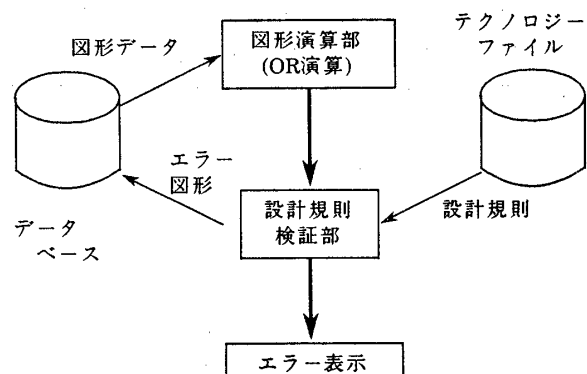


図1 DRCの処理の流れ

A Total CAD System for VLSI's (5), On-line DRC

Hideaki MUSHIAGE[†], Akira NAGAO^{††}, Sadahiro TANI^{††}, Takashi KAMBE^{††}, Ikuo NISHIOKA^{††}, Masaharu IMAI[†][†]TOYOHASHI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, ^{††}SHARP CORPORATION

に先立って図形の輪郭を取り出さなければならない。(OR演算)

従って、図形演算部でまずOR演算を行い、次いで図形の輪郭に対しDRCを行っている。

(1) 図形演算部

図形演算には、各種の手法が知られているが、本システムでは、走査線を使った平面掃引算法によるベクタ法を採用した。ここで、走査線はy軸に平行で、左から右へ移動するものとする。

対象となる図形は、その左端x座標により予めソートしてあり、走査線の移動に伴い、順次取り出されベクタに分解される。分解されたベクタは、右端点に走査線が達するまでベクタリストに登録されており、このうち、走査線と交差するのが、演算の対象となるベクタである。このベクタは、走査線との交点のy座標をキーとして2-3木構造のリストに登録されており、これにより任意ベクタに対し、交差・重複する他のベクタを検索できる。

演算は交差・重複部分について行われ、OR演算であれば図形の内側部分を切り捨て、外側部分を残す。こうして、走査線の通過するまでベクタリストに残っているのが図形の輪郭である。ベクタの検索に木構造を用いることで、計算複雑度は $O(n \cdot \log n)$ となる^[2]。

(2) 設計規則検証部

検証はx軸方向、y軸方向の2回に分けて行う。任意の注目ベクタに対する他のベクタの検証範囲は、図2に示すように最小間隔あるいは最小幅に限定し、その範囲内にある逆向きベクタとの距離を算出し検証を行う。検証範囲は検証の進んでいく方向に一次的にしか限定しないので、理論的には計算複雑度は $O(n^{1.5})$ となる^[3]。

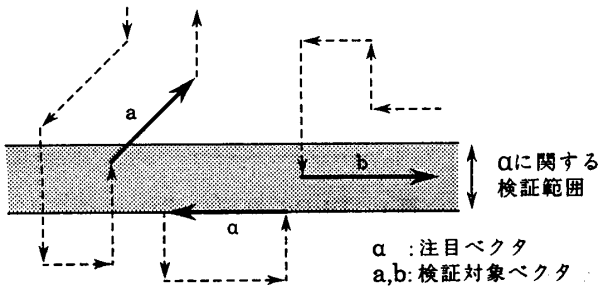


図2 一次的に限定された検証範囲

4. 性能評価

今回開発したオンラインDRCの実行例を、図3に示す。矢印で示された部分が、最小間隔に関する違反箇所である。EWS上での処理時間を、表1に示す。

表1 図形数と処理時間

検証領域内の図形数	図形演算部実時間(sec)	図形演算後のベクタ数	設計規則検証部実時間(sec)
54	5.18	162	0.26
115	7.70	254	0.44
243	15.71	480	0.87
463	29.82	952	2.13
922	65.45	1886	5.21

(CPU: 0.8 MIPS相当機)

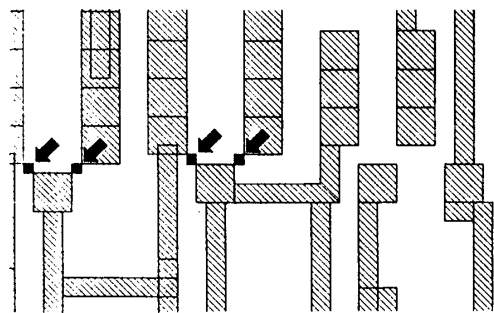


図3 実行例

5. おわりに

設計規則の検証は、バッチ処理から、レイアウトの入力・編集と密接に繋がったオンライン処理へと移りつつある。すなわち、検証のほとんどを入力・編集の初期段階で行い、バッチ処理はマスクパターンの最終検査にのみ用いられる。

今後は、円・弧等の図形データへの対応を進める予定である。

参考文献

[1] 同時投稿, "超 LSI 設計支援システム(2) —レイアウトエディター—"
 [2] B.W.Lindsay and B.T.Preas, "Design Rule Checking and Analysis of IC Mask Designs," Proc.13th DA Conf., pp.301-308, June 1976.
 [3] 築添明, 酒見淳也, 小澤時典, "VLSI設計規則検証のための近接辺探索手法," 電子通信学会論文誌, 85/6(D)No.6, pp.1344-1351, 1985.