

## レイアウトツール統合化システム

山田一男†      木下美子†      梶中雄吉†      椎屋仁孝‡  
村越昌博†      濱野恭次†

† 日本電気(株)      ‡ 日本電気アイシーマイコンシステム(株)

LSI 設計における CAD ツールの統合化システム構築法について述べたあと、フレームワーク手法を利用したカスタマイズ例として、MEDLEY + ESCORT フレームワークを利用したレイアウトツール統合化システム TEAMWORK を紹介する。本手法により、カスタマイズ工数の大幅な削減がはかれるとともに MEDLEY + ESCORT フレームワークシステム側で用意された設計データ管理機能と設計プロセス管理機能の各サービスを利用することができ、LSI 設計の TAT 短縮と高密度設計が実現できる。レイアウトツール統合化システムにより初心者でも間違いなく設計でき、設計人口の拡大が期待できる。

## A Framework - Based Integrated Layout CAD System

Kazuo Yamada†      Yoshiko Kinoshita†      Yuukichi Hatanaka†  
Yoshitaka Shiiya†      Masahiro Murakoshi†      Kyouji Hamano†

† NEC Corporation      ‡ NEC IC Microcomputer Systems, Ltd.  
1753 Shimonumabe, Nakahara-ku,      403-53 Kosugi-cho 1-chome, Nakahara-ku,  
Kawasaki, Kanagawa, 211, Japan      Kawasaki, Kanagawa, 211, Japan

This paper describes system integration approaches of CAD tools in LSI design, and we introduce an integrated layout CAD system: TEAMWORK based on the MEDLEY + ESCORT framework system. This approach reduces man power of customizing system and we receive the benefits of design data management service and design process management service from the MEDLEY + ESCORT framework system. TEAMWORK system reduces design TAT and high density design is realized. TEAMWORK system achieves an error free design by beginner designer and we expect to expand design population.

## 1 まえがき

近年、CAD化の進んできたLSI設計では、CADシステムの多様化・マルチホスト化（スーパーコンピュータ・大型機・EWS・PC）に伴い、CADツール群からなる設計プロセスと設計データの管理が重要になってきている。また、管理する設計プロセスおよび使用するCADツールの度重なる変更や管理すべき設計データの変更に柔軟に対応できるための統合化基盤が必要である。

本稿では、LSI設計におけるCADツール群の統合化基盤であるフレームワークシステムの必要項目とフレームワークシステムを利用したカスタマイズ例としてレイアウトツール統合化システムを紹介する。

## 2 統合化システム構築法

### 2.1 LSI設計における統合化システムの必要項目

LSI設計における統合化システムの必要項目として、以下の項目が上げられる。

- 共通 GUI(Graphic User Interface)  
統合化システム内のユーザインタフェースの共通化。少なくともツール起動時のユーザインタフェースの共通化が必要。
- 設計容易性  
初心者でも間違いなく設計できること。設計者の育成期間の短縮になる。通常は設計ツール自体を使いこなしていくまでに、設計ツールの起動方法および設計ツール間のインタフェースを熟知している必要があり導入期間がかかる。
- 設計プロセス管理  
設計容易性をサポートするための一機能。設計方法論にしたがって設計ツールの実行のナビゲーションを行なう。設計フローおよび使用するすべての設計ツールと設計デー

タの種類について熟知していなくても設計作業が行なえること。

- 設計データ管理  
ツールの入出力となる設計データの管理 [1] を行なうとともに管理された情報のブラウジング機能を提供する。
- 版数管理  
設計データ群のバージョン / リビジョン管理を行なう。
- 更新告知  
設計データ更新時における設計データ間の整合性をチェックし警告を出す。
- オープンシステム  
新規設計ツールの組み込みが容易であること。統合化システムの拡張性に富むこと。
- カスタマイズ容易性  
統合化システムの構築が容易であること。短期間でカスタマイズできること。
- カスタマイズ柔軟性（変更容易性）  
組み込むツールや設計プロセスの変更および管理する設計データの変更にともなう統合化システムの再構築が容易であること。
- マルチユーザ  
LSI設計の分業化に伴いチームワーク設計をサポートすること。
- 排他制御  
同一設計データを複数の設計者で更新しないような設計データのロック機構（check in/out）をサポートすること。
- マルチホスト  
分散環境に対応し複数のホスト上でチップ設計 / ライブラリ設計をサポートすること。

### 2.2 統合化システム構築法

複数のCADツール群からなる統合化システムを構築するアプローチとして、実務的かつ代

表的なものとして、Hardwired手法とフレームワーク手法があげられる。

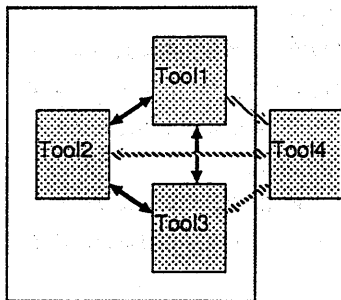
● Hardwired手法

統合するツール群の組合せによって統合化手法（ツール間インタフェース/プロトコル/GUI(Graphic User Interface)/DB）を決定する。

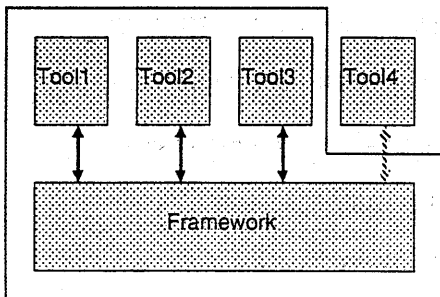
新規ツールの追加および既存ツールの変更にとまもない、すべてのツールの変更が必要となり、統合化システムへの影響が大きい。

● フレームワーク手法

統合するツール群に対してあらかじめ共通の統合化基盤を用意し、その統合化基盤上で統合化システムを構築する方法。フレームワーク側で用意したサービスを利用することができる。



Hardwired手法



フレームワーク手法

図 1: 統合化手法

Hardwired手法とフレームワーク手法を比較した場合、以下の機能は手法にかかわらず実現可能であるが、

- 設計データの高品質・高信頼性  
設計資産の流用化/ライブラリ管理
- 設計の分業化/チームワーク設計  
マルチユーザ
- 分散環境/マルチホスト

以下の機能についてはフレームワーク手法に優位性がある。

- 共通 GUI
- 統合化システムの大量カスタマイズ  
多品種少量化/設計環境との密着性
- 統合化システムの短期カスタマイズ
- ツールの高性能化対応  
ツールのスクラップ・アンド・ビルド

さらに、フレームワーク手法は実現方法の違いから、プロセスフレームワークとツールフレームワークとに分けられる。

- プロセスフレームワーク  
組み込むツール自体には変更を加えずに統合化を行なう (tool encapsulation)。疎結合フレームワーク。
- ツールフレームワーク  
必要があれば組み込むツールをソースレベルで修正し統合化を行なう (tool integration)。また、tool encapsulationもサポートする。密結合フレームワーク。

ツールフレームワークは設計ツール間および設計ツールとフレームワーク間の通信規約/設計データの表現形式およびデータアクセス方法/設計データ管理方法/設計方法の管理方法/GUIの標準化/カスタマイズ言語仕様/システム環境等について仕様を決定した後に構築されるので、実現するまでに十分な期間を必要とする。

ツールフレームワークはCAD分野でのOSの拡張サービスとも位置付けられる。

エンドユーザから見た統合化システムの当面の課題を満足するため我々は、カスタマイズ容易性/カスタマイズ柔軟性に着目しプロセスフレームワークのアプローチを採用した。

### 3 MEDLEY+ESCORT フレームワーク

プロセスフレームワークの構築例として、図2に示すMEDLEY+ESCORTフレームワークを実現した。本システムは、プロセスフレームワークとしての必要項目を満足している。図中のMENU部は後で説明するCEXE部を管理する設計プロセス管理部を持つとともに、システム全体のGUIを提供している。CEXE部は組み込むツール毎に独立したプロセスであり、一つのツール/ツール群の実行を管理する。

CEXE部を独立させた構成をとることによりLSI設計設計作業におけるマルチプロセスを実現している。INQ部はCEXE部から起動され、各ツールの実行に必要な情報の問い合わせを行なう。設計データ管理メニュー部は、管理された設計データおよびユーザに関する情報のブラウジングを行なうためのGUIを提供している。MCS部は各ホスト上に常駐させておき、ホスト間の情報交換を行なう。DBS部は設計データの一元管理するためのサーバーである。設計データの管理[2]はリレーショナルデータベースマネジメントシステム(RDBMS)を利用している。JS部は大型機上のジョブ管理を行なう。JS部によりEWSと複数の大型機間でジョブ転送機能と必要な設計データ転送機能が提供される。

MEDLEY+ESCORTシステムのカスタマイズ環境としては、独自のカスタマイズ言語siを提供している。siは、lispライクの言語であり、可読性が高くカスタマイズの変更に対応し

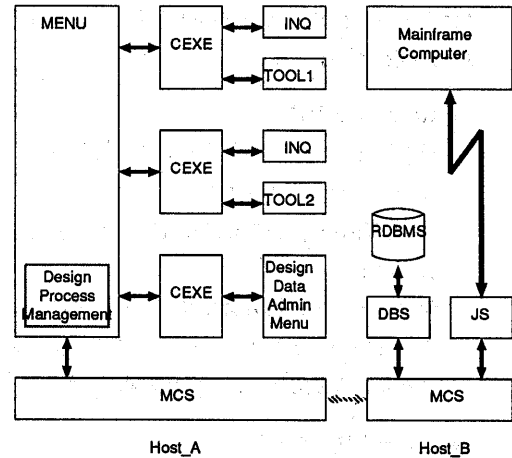


図 2: MEDLEY+ESCORT システム構成

易いという特徴を持つ。siはMEDLEY+ESCORTシステムのMENU部/CEXE部/INQ部の構造を定義するとともに、CEXE部における動作の定義を行なう。

カスタマイズ環境としては、開発当初はインタプリタ型を採用していたが、カスタマイズ規模の増大に伴い、実行効率の向上のためコンパイラ型を採用している。

MEDLEY+ESCORTフレームワークのサービスパッケージとして以下の機能が利用できる。

- データ操作メニュー  
設計データのブラウジング機能
- LSIチップ/ライブラリ管理用DB
- プロセス管理/ジョブ管理メニュー
- マルチユーザ/マルチホスト管理
- 共通GUI
- ツールのプラグイン
- C関数のバインディング
- 設計プロセスのプラグイン
- 設計方法論の統合化システムへの取り込み

- カスタマイズ言語 si 用文法エラーハンドリング

MEDLEY + ESCORT システムのプラットフォームは NEC 製 EWS4800/20 および HP 製 DN4500 を用いている。

#### 4 統合化システム

LSI の製品設計を行なう上で、短 TAT かつ高密度レイアウトを実現する CAD システムが必要である。そのようなレイアウト CAD システムを開発するには、高性能 CAD ツール開発とともに、使い易い設計環境の構築が重要である。そこで、MEDLEY + ESCORT フレームワークを利用して、一つの LSI 製品系列のレイアウト設計に特化した製品固有の設計環境 TEAMWORK を構築した。

##### 4.1 レイアウトツール統合化システムの必要項目

レイアウトツール統合化システム TEAMWORK に必要な項目をまとめると、以下の項目が上げられる。

- 設計 TAT 短縮

設計容易性 初心者でもわかりやすく、使い易い設計環境

設計ミス削減 ツール間インタフェースミス排除、ツール起動時のミス排除

設計データの信頼性

チームワーク設計 マルチユーザ / マルチホストの分散環境における分業設計管理

- 高密度設計

複数試行管理 一つのマクロブロックのレイアウト結果を複数管理しておくことにより上位階層のチップレイアウトで各マクロブロックの最適形状を利用する

高性能 CAD ツール開発 ツール自体の性能向上

#### 4.2 TEAMWORK システム

TEAMWORK は複数のレイアウトツールを EWS 上で統合化した。図 3 は TEAMWORK のシステム構成である。TEAMWORK に組み込んだレイアウトツール群は、フロアプランツール [3] / パッドリング自動レイアウトツール [4] / スタンダードセル自動レイアウトツール [5] / BB 自動レイアウトツール / レイアウトエディタ [6] である。

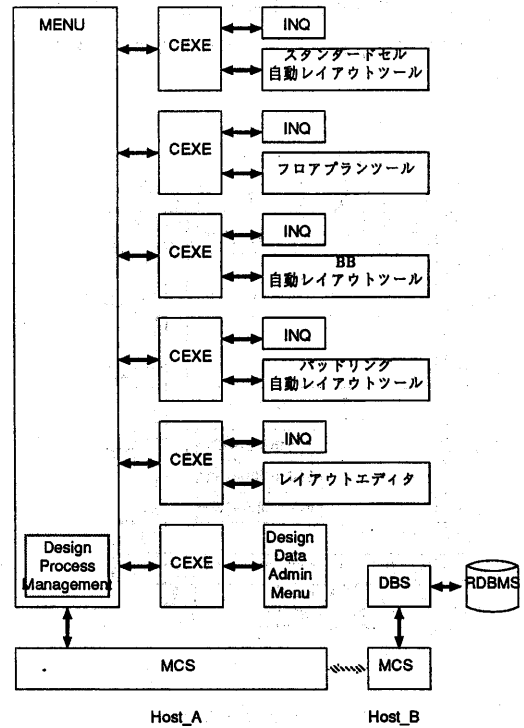


図 3: TEAMWORK システム構成

図 4 は TEAMWORK システムのターゲットとしたレイアウトモデルでありチップレイアウトはチップとマクロブロックの 2 階層から構成される。図 5 は設計フローであり、入力データは接続情報 (ネットリスト) / 出力データはチップレイアウトデータとなっている。この設計フローでは、マクロブロック面積見積もりとマク

ロブロック再レイアウトにスタンダードセル自動レイアウトツールを使用し、初期フロアプラン/フロアプラン修正にフロアプランツールを使用し、チップ面積見積もりおよび最終チップレイアウトにBB自動レイアウトツールを使用している。ボンディングパッド(以下パッドと称す)の位置はあらかじめ用意された数種類の下地に固定であり、チップ周辺部のパッドとI/Oバッファ(以下バッファと称す)間のレイアウトにパッドリングレイアウトツールを使用している。また、各レイアウト段階におけるレイアウト結果の表示/修正にレイアウトエディタを使用している。

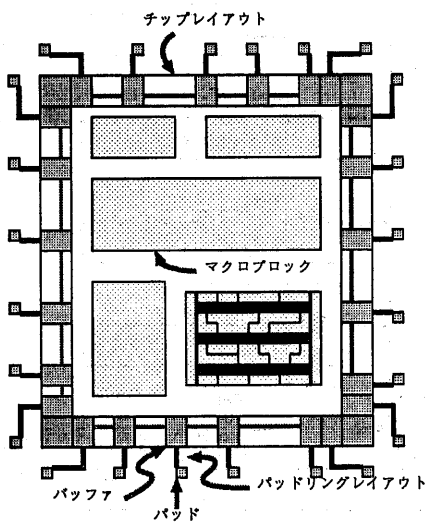


図 4: レイアウトモデル

このように、TEAMWORK システムは設計方法論に密着した設計フロー管理を実現し、人手介入の徹底排除を目指している。

図 6 および図 7 は TEAMWORK システムのカスタマイズに使用した MENU 部と CESE 部の si 記述例の一部である。図 8, 9, 10 は、TEAMWORK システムの画面例である。

TEAMWORK システムの機能を hardwired 手法で実現した場合を想定すると開発規模は約

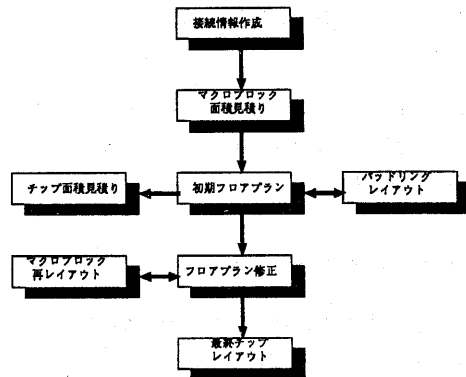


図 5: 設計フロー

150Kline(C 言語) になり、MEDLEY + ESCORT システムを利用した統合化によりカスタマイズ工数の大幅な削減が得られた。また、TEAMWORK システムはほとんど si 言語を使用してカスタマイズされているので統合化システムの再構築も容易に実現できる。

プラットフォーム	NEC 製 EWS4800/20 7MIPS CPU 68020,33MHz 32MB メモリ
ウィンドウシステム	X-Window
カスタマイズ規模	約 20 Kline (si 記述)
組み込んだシステム数	5
組み込んだツール数	58
カスタマイズ工数	約 6 人月

表 1: TEAMWORK システム諸元

## 5 まとめ

MEDLEY + ESCORT フレームワークシステムを利用して統合化システム TEAMWORK を実現することにより、カスタマイズ工数の大幅な削減がはかれたとともにカスタマイズ期間の短縮により統合化システムのタイムリーな製品化が実現できた。さらに、MEDLEY + ES-

```

(si menu
:
(unit_menu_def main
:
(text (point 200 778 )
(color_palette 13)
(alphanumeric 'レイアウト統合版MED L
EY'))
(height 16)
)
(text (point 170 750 )
(color_palette 7)
(alphanumeric 'TEAMWORK'))
(height 24)
)
:
(comment '終了')
(pick_area
(box
(point 525 750)
(point 575 780)
)
)
(text
(alphanumeric '終了')
(point 530 765)
)
)
(comment '確認メニューを表示')
(popup_menu TC_qexit)
)
)
:
(comment 'データ管理')
(pick_area
(box
(point 525 700)
(point 610 730)
)
)
(text
(alphanumeric 'データ管理')
(point 530 705)
)
)
(comment 'データ管理 cexe 部を起動')
(cexe_data_op)
)
)
)

```

図 6: si 記述例 (MENU 部)

CORT フレームワークシステム側で用意された設計データ管理機能と設計プロセス管理機能の各サービスを利用することができ、設計 TAT の短縮と高密度設計が実現できた。また、GUI の共通化とともに設計容易性が向上したことにより初心者でも間違いなく設計でき、設計人口の拡大が期待できる。

## 6 おわりに

本手法を多くの統合化システムへ採り入れていくとともに、将来あるべきツールフレームワークへの対応について検討していく必要がある。そのためには、フレームワークの分野で活

```

(si cexe
(key stdlayout
:
(comment '設計データのチェックアウト')
(#DB_use_data $circuit_name $cell
$stdlayout_data 'o' 'p' )
:
(cond
((command 'cd' $working_dir ';'
'/usr/stdlayout/dbcheck'
'<' $std_in '>' $stdout
'2>' $errfile)
(errmsg "dbcheckの実行ができませんでした"))
)
)
:
(comment '設計データの解放')
(#DB_free_data $circuit_name $cell
$stdlayout_data 'o' 'no-update' )
)
)
:
(comment '設計データのチェックイン')
(#DB_free_data $circuit_name $cell
$stdlayout_data 'o' 'update' )
)
)
)

```

図 7: si 記述例 (CEXE 部)

動している CFI(CAD Framework Initiative) の動向に着目していく必要がある。

今後の課題としては、ツールとの GUI の統一化を促進する上で Motif 化をはかること、さらに、設計プロセススケジューリングおよびエラーハンドリングの機能を充実させ、最適設計フローのナビゲーションを行なうこと、分散設計環境の発展にともない管理 DB の分散化について検討することが上げられる。

## 参考文献

- [1] Katz, R.H., M. Anwarudin, E. Chang, "A Version Server for Computer-Aided Design Data", 23rd ACM/IEEE Design Automation Conference (1986)
- [2] 木下美子, 小野昌治, 山口高, 山田一男, 梁取弘司, "LSI 設計における設計データ管理の一手法", 37th 情報処理学会予稿集 (1988)
- [3] N. Yonezawa, N. Nishiguchi, A. Etani, F. Tsukuda and R. Hashishita, "A VLSI Floorplanner based on 'balloon' expansion", Proc. European Design Automation Conf., pp.257-261(1990)

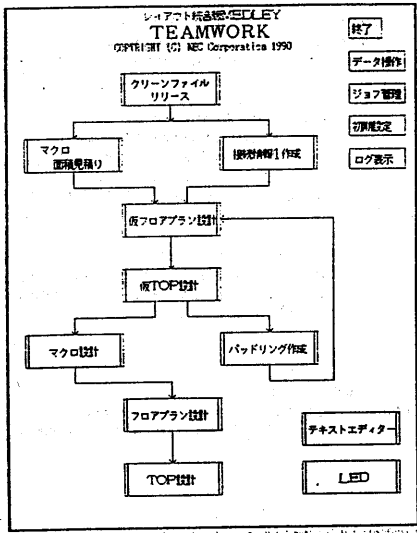


図 8: TEAMWORK システム (MENU 部)

セル名	created	creator	l	a	b	function
cell1	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
Law	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rb1	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rb2	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rt1	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rt2	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rt3	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rt4	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
rt5	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc1	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc2	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc3	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc4	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc5	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc6	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc7	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc8	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc9	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc10	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc11	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc12	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc13	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc14	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc15	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc16	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc17	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc18	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc19	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc20	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc21	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc22	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc23	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc24	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc25	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc26	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc27	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc28	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc29	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc30	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc31	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc32	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc33	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc34	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc35	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc36	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc37	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc38	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc39	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc40	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc41	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc42	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc43	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc44	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc45	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc46	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc47	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc48	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc49	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	
mc50	90/10/12-09:16	shimo	0	0	0	

図 10: TEAMWORK システム (データ管理部)

図 9: TEAMWORK システム (INQ 部)

- [4] 高橋直哉, 南光康志, 濱野恭次, 岡部秀之, “LSI のチップ周辺部レイアウトシステムの開発”, 電子情報通信学会秋季全国大会予稿集 (1990)
- [5] 藤井隆志, 三間葉子, 吉村猛, 枝廣正人, 相沢久三, 田崎利雄, 田中由美, 上村徳夫 “スタンダードセル VLSI 用レイアウト CAD システム C-STAR”, 情報処理学会研究報告, 90-DA-53 (1990)
- [6] 藤岡督也, 藤田友之, 石川正樹, 枝廣正人 “PROCEED-LED LSI レイアウトエディタ”, 37th 情報処理学会予稿集 (1988)