論文 89-26-5-14

Ω/PC 그래픽 보오드를 이용한 집적회로 설계용 레이아웃 에디터의 개발

(Development of a Layout Editor for Integrated Circuit Design Using Ω/PC Graphics Board)

鄭甲重,** 蔣基東,** 鄭鎬宣,* 李宇一*

(Gab Jung Jeong, Ki Dong Jang, Ho Sun Chung and Wu Il Lee)

要 約

본 논문에서는 IC Mask Layout을 위한 2차원 그래픽스 에디터 KUIC-LED (kyungpook national university intelligent CAD-layout editor)를 개발하였다. KUIC-LED는 Ω/PC 그래픽스 보오드를 갖춘 IBM PC/AT상에서 동작하고 Layout에 필요한 60여 가지의 다양한 기능들을 제공한다. 본 시스템은 C Language와 Assembly Language로 작성 되었다.

Abstract

This paper describes the KUIC-LED (Kyungpook national University Intelligent CAD-Layout EDitor) which is a 2-dimensional graphics editor for IC mask layout. This system runs on IBM PC/AT with the Ω/PC graphics board. It offers a sufficient set of facilities to do most kinds of layout. KUIC-LED is written in 'C' and 'Assembly' language.

I. 서 론

기존의 집적회로 설계용 레이아웃 에디터 시스템들은 대체로 대형이나 중형 컴퓨터를 사용한 것이므로 일반 반도체 설계 기술자 개인이 혼자 소유하여 사용할 수가 없었다. 그러나 컴퓨터 산업의 발전과 더불어 좋은 기능을 갖춘 컴퓨터 하드웨어를 쉽게 구입할 수 있게 됨에 따라 과거에는 기대하기 힘들었던 개인용 컴퓨터를 이용한 레이아웃 에디터의 개발이 가능하게 되었다.

이러한 요구에 부응하여 경북대학교 전자공학과 VLSI & CAD Lab.에서는 1987년 초에 VM-8820 그래픽 프로세서[1]를 내장한 IBM PC/AT상에서 동작하는 레이아웃 에디터 KUIC-LED (kyungpook national university intelligent CAD-layout editor)를 개발하였다.[2] 그러나 이 시스템은 그래픽 화면의 해상도가 낮아 전문적인 칩설계 기술자에게는 불편한 점

*正會員, 慶北大學校 電子工學科
(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)
**正會員, 金星半導體(株) 半導體研究所
(GoldStar Semiconductor, Ltd. Semicondutor R & D Div.)

接受日字 : 1988年 9月 10日
(※본 논문은 1988년도 문교부 학술진흥재단 및 서울대학교 반도체 공동 연구소의 '87/'88 문교부 학술조성 연구비 지원에 의하여 수행된 것임.)

이 많았다. 그래서 본 연구실에서는 높은 해상도를 갖는 Ω/PC 그래픽스 보오드[3]를 이용하여 레이아웃 할 수 있는 프로그램을 개발하였다. 또한 처음의 KUIC_LED 시스템에서 부족했던 여러가지 기능을 새로이 보완하였으며 이 시스템에서는 실제 Layout을 하는 부분도와 전체 Layout을 볼 수 있는 전체도로서 분리된 두개의 작업윈도우를 가지고 있다.

이 KUIC_LED의 새 버젼은 'C' 언어로 작성했으며 MS-DOS상에서 동작한다. 오브젝트를 바탕으로 한 레이아웃 에디터이므로 임의의 와이어나 다각형을 보다 정확하게 표현할 수 있다. 설계된 회로는 다른 CAD 시스템과의 호환성을 갖도록 CIF(caltech intermediate form)[4]로 입출력한다. 이 프로그램에서는 256색의 동시 표시가 가능하고 100레이어중 16레이어로 동시 설계가 가능하며 고무밴드 커서를 실현하여 사용자 인터페이스가 더욱 편리하도록 하였으며, 집적회로의 계층구조적 설계방식이 가능한 데이타 구조를 갖고 있다.

제2~3장에서는 KUIC_LED의 하드웨어 및 소프트웨어 구성, 그래픽 인터페이스, 그리고 제4~5장에서는 사용자 인터페이스, 시스템 명령의 기능, 데이타 구조, 그리고 실제 레이아웃한 예에 관해서 설명하겠다.

Ⅱ. 하드웨어 구성

KUIC_LED 시스템은 IBM PC/AT(20M hard disk, 1.2M floppy disk driver)의 MS-DOS상에서 동작하며, 마우스와 키이보드를 입력장치로 한다. 마우스는 MS-MOUSE와 호환성이 있는 것은 어느것이나 사용 가능하다. 출력장치로는 Metheus회사의 1024×768 해상도를 갖는 Ω/PC 칼라 그래픽 프로세서와 칼라 그래픽 모니터로 구성된다. X-Y 플로터를 사용하여 칼라로 플로팅하는 것도 가능하다. 그림 1은 본 시스템의 하드웨어 구성을 나타낸다.

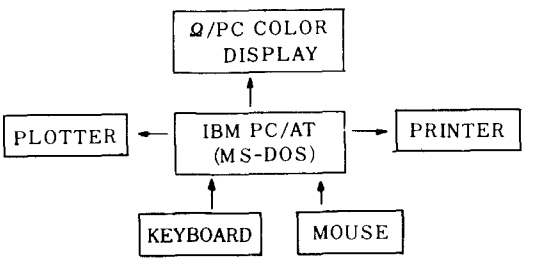


그림 1. KUIC_LED의 하드웨어 구성
Fig. 1. Hardware configuration of KUIC_LED.

Ⅲ. 소프트웨어 구성

1. 전반적인 구성

KUIC_LED 프로그램은 'Lattice C' 언어로 작성되었으며 크게 4개의 모듈(module)로 구성된다. 그림 2에서는 본 시스템 소프트웨어의 전체적인 구성을 보여준다. 시스템 제어 모듈은 가장 핵심이 되는 부분으로 명령의 분석과 시스템 제어기능을 갖는다. 그래픽 인터페이스 모듈은 IBM PC/AT와 그래픽 모니터와의 인터페이스를 관리하며 기본적인 그래픽 관련기능을 갖는다. 사용자 인터페이스 모듈은 사용자와 KUIC_LED와의 인터페이스를 제어하는 부분이다. 데이타 및 화일 관리 모듈은 내부 버퍼상의 데이타와 CIF 형태로 입출력하는 화일의 관리와 관계되는 모듈이다.

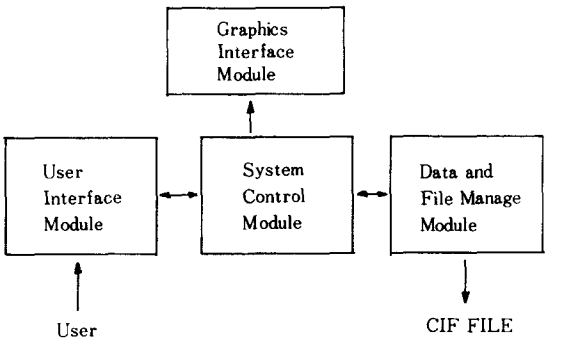


그림 2. KUIC_LED의 소프트웨어 구성
Fig. 2. Software configuration of KUIC_LED.

2. 좌표계의 변환

마우스를 통하여 입력되는 좌표는 실제 화면상의 좌표(screen coordinate)이고 실질적인 의미를 갖는 좌표는 전역 좌표계(world coordinate)이다. 따라서 좌표계의 변환이 필요하다. 그림 3은 본 시스템에서의 전역 좌표계상의 그래픽 데이타가 실제 화면에 표시되는 과정을 보여주고 있다.

전역 좌표계상에서의 하나의 도형은 윈도우 절단(clipping) 함수들을 통하여 윈도우 바깥 부분이 잘려진 전역 도형의 좌표는 다시 화면 좌표계의 좌표로 변환된다. 화면상에서 정해진 좌표값은 위의 순서와 역순으로 좌표 변환이 이루어 진다.

3. 그래픽 알고리듬

집적회로 마스크 레이아웃 에디터 시스템에서는 2차원 그래픽만을 사용하며 그래픽 오브젝트들이 다

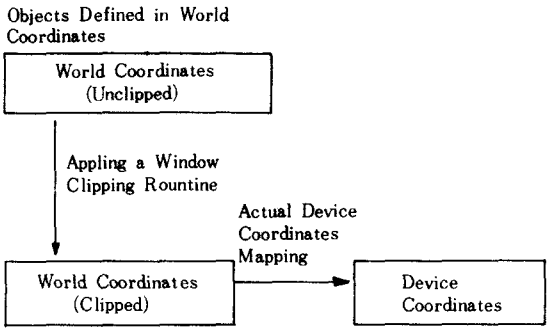


그림 3. KUIC_LED의 좌표계 변환
Fig. 3. Viewing process of KUIC_LED.

른 그래픽 시스템에 비하여 비교적 단순한 반면, 많은 양의 그래픽 데이타를 빠르게 처리해야 한다. 개발된 KUIC_LED는 Ω/PC 그래픽 보오드에서 제공하는 38종류 라이브러리 중에서 18종류를 사용하고 있으며, 그외 라이브러리들은 그래픽 알고리듬을 적용하여 보다 효과적으로 처리하였다.

1) 오브젝트의 변환

오브젝트를 변환하기 위해 가장 기본이 되는 그래픽 기능은 이동, 스케일링(scaling), 그리고 회전이다. 이러한 기능들은 모두 오브젝트를 이루는 행렬에 변환행렬을 곱하는 형식으로 나타낼 수 있다. n개의 선으로 구성된 다각형이 존재할 때 이 다각형을 임의의 형태로 변환하거나 다른 위치로 이동시키기 위한 기본 수식은 다음과 같다.[5]

변환된 오브젝트의 좌표 = 원래의 오브젝트 좌표 · 변환 행렬

$$\begin{bmatrix} P1' \\ P2' \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Pn' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X1'\,Y1' \\ X2'\,Y2' \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ Xn'\,Yn' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X1 & Y1 \\ X2 & Y2 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ Xn & Yn \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} A & B \\ & \\ C & D \end{bmatrix}$$

2) 스케일링

오브젝트의 크기를 변화시키기 위해서는 원래의 오브젝트 좌표에 스케일링 인수 K를 곱해주면 된다.

변환된 오브젝트의 좌표 = 원래의 오브젝트 좌표 · 변환 행렬

$$\begin{bmatrix} P1 \\ P2 \\ \cdot \\ \cdot \\ Pn \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X1 & Y1 \\ X2 & Y2 \\ \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot \\ Xn & Yn \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} K & 0 \\ & \\ 0 & K \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} KX1 & KY1 \\ KX1 & KY2 \\ & \cdot \\ & \cdot \\ KXn & KYn \end{bmatrix}$$

3) 이동

오브젝트를 임의의 위치로 이동시키기 위해서는 원래의 오브젝트 좌표에 이동할 변위만큼의 좌표값을 더해야 한다. 오브젝트의 좌표를 3×3 행렬로 표현하면 덧셈대신 곱셈으로 나타낼 수 있다. 변환행렬 T는 다음과 같다.

$$T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ L & M & 1 \end{bmatrix}$$

4) 회전

오브젝트를 임의의 각도로 회전시키기 위해서는 다음과 같은 세단계를 거친다.

〔단계 1〕

회전의 중심이 될 꼭지점으로 원점을 이동시킨다. 이 때 변환행렬은 다음과 같다.

$$T1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ -D1 & -D2 & 1 \end{bmatrix}$$

〔단계 2〕

원하는 각도의 회전을 실행한다. 일반적으로 반시계 방향의 회전을 위한 변환행렬은 다음과 같다.

$$R(\theta) = \begin{bmatrix} \cos\theta & \sin\theta & 0 \\ -\sin\theta & -\cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

그러나 본 시스템에서는 90도와 180도의 회전만 하기 때문에 각각의 경우에 대해서 미리 계산한 삼각함수값을 대입한 변환행렬을 원래의 오브젝트 좌표에 곱한다.

〔단계 3〕

결과를 원래의 원점으로 환원시킨다.

$$T2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ D1 & D2 & 1 \end{bmatrix}$$

4. 데이타 구조

그림 4는 KUIC_LED의 데이타 구조를 보여준다. KUIC_LED에서 전체 칩 레이아웃을 구성하는 것은 기본적인 마스크 정보나 셀(cell)이다. 셀이란 회로의 일부 또는 전체에 대한 레이아웃으로서 입출력을 비

롯한 여러가지 작업이 수행되는 기본단위이며, 하나의 셀은 다른 여러개의 셀을 포함할 수 있다. 셀은 다음 셀의 위치, 셀이 포함하는 엘리먼트의 위치, 셀의 이름, 셀의 크기를 나타내기 위한 좌하점(lower left point)의 좌표와 우상점(upper right point)의 좌표, 그리고 현재 셀의 상태를 나타내기 위한 플래그(flag) 등에 관한 정보를 갖고 있다. 엘리먼트는 다음 엘리먼트와 연계 리스트(linked list)로 연결되며 오브젝트의 형태와 레이어(layer)의 이름 그리고 그 엘리먼트가 포함하는 좌표값 리스트의 위치에 대한 정보를 갖는다. 실제 좌표값은 서로 연계 리스트로 연결되는데 이러한 구조는 타 구조에 비하여 특히 다각형과 와이어의 데이타를 나타낼 때 편리하며, 메모리를 효율적으로 사용할 수 있어 사용자의 착오로 인한 데이타의 손실을 거의 완벽하게 재생을 하도록 하여 준다.

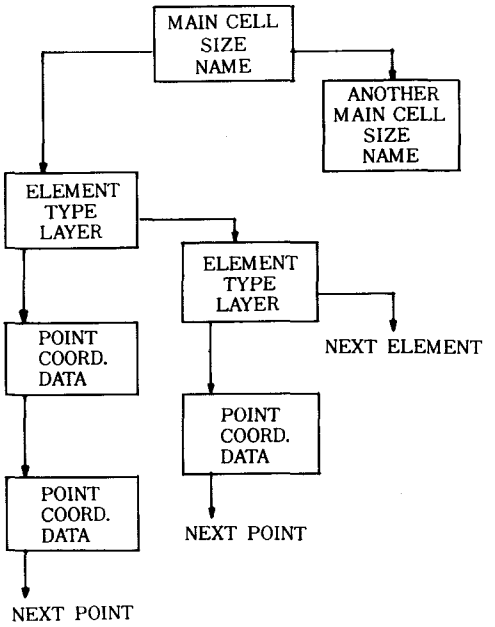


그림 4. KUIC_LED의 데이타 구조
Fig. 4. Data structure of KUIC_LED.

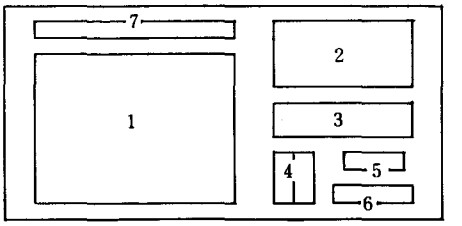
5. 그리드 개념

그리드란 화면상에 그려진 그물 모양의 점이나 선들을 의미한다. 그리드의 개념은 대화형의 그래픽 시스템에서는 좌표의 정확하고 빠른 선정과 화면의 확대 및 축소를 위해서 필수적인 것이다. KUIC_LED에서는 점들로써 그리드를 표시하도록 하였다. 마우스를 통하여 임의의 좌표가 입력되면 이 좌표는 가장 가까운 곳의 그리드 좌표값으로 인식된다. 그리드와 그리드 사이의 좌표 단위는 '2'로 정하였다. 즉 인접한 그리드 사이에는 표시되지 않는 가상적인 그리드가 하나 있는 것으로도 볼 수 있다. 인접한 두개의 그리드 사이의 화소(pixel) n의 갯수는 2로 구성된다. 따라서 n의 값에 따라 화면에 표시되는 도형의 배율이 정해진다. 여기서 n은 2이상의 정수이다.

Ⅳ. 사용자 인터페이스

칩설계를 위한 레이아웃 에디터의 성능은 사용자에게 얼마나 편리한 인터페이스를 제공하는가에 좌우된다고 볼 수 있다. KUIC_LED는 마우스를 사용한 간편하고 편리한 사용자 인터페이스를 제공한다. 높은 해상도를 갖는 그래픽 모니터를 사용하여 작업 영역을 최대한으로 넓혔다. 작업 화면인 그래픽 화면상에 모든 message 및 status information 등을 표시하여 작업에 편의를 도모하였다.

그림 5는 KUIC_LED의 화면 구성을 보여준다. 많은 종류의 메뉴들을 갖는 레이아웃 에디터의 경우 모든 메뉴를 한 화면에 나타내는 고정 메뉴방식을 채택하면 작업 영역이 상당히 줄어들게 된다. 풀 다운(pull down) 메뉴방식을 사용하면 작업 영역을 크게 할 수는 있으나, 하나의 기능을 수행하기 위하여 메뉴를 여러개 선택해야 하는 번거러움이 있어 사용하기에 불편하다. 본 시스템에서는 자주 사용되는 일부 메뉴는 화면상에 고정시켜 놓고 나머지 메뉴들은 기능별로 분류하여 고정되어 있는 메인 메뉴(main menu) 영역에 해당되는 메뉴들이 나타나도록 하였다.



1 : 부분도
2 : 전체도 및 상태 정보 표시
3 : 화면 이동 명령
4 : Layer pattern과 Color
5 : Main menu와 Sub menu
6 : Message display
6 : 특수 명령 및 윈도우 명령

그림 5. KUIC_LED의 화면 구성
Fig. 5. Screen configuration of KUIC_LED.

이렇게 고정메뉴 방식과 서브메뉴 방식을 적절히 조합함으로써 메뉴 영역을 줄이면서도 하나의 기능을 수행하기 위한 메뉴의 선택 횟수를 최대한 줄였다. 1은 실제 작업을 하는 부분도를 나타내고, 2는 전체도이며 여기서는 엘리먼트에 대한 상태 정보도 나타내어 준다. 3은 특수명령 및 화면이동 명령, 4는 레이어 패턴과 칼라, 5는 주 메뉴와 보조메뉴, 그리고 6은 메시지 표시를 나타낸다. Rubber Band Cursor를 제공하여 도형의 위치를 쉽게 선정할 수 있으며 원하는 레이어만 보거나 레이어를 Fill 또는 Unfill할 수 있다.

또한 Mouse 이동시 message display 영역에 cursor의 좌표값이 표시되도록 하였다. 특히 2'nd Input가 필요한 명령에서는 1'st Coord. Input에 대한 상대좌표를 표시해 준다. 즉 첫번째 좌표에 대한 dx, dy를 알 수 있음으로 첫번째 좌표를 보지않고도 작업을 쉽게 할 수 있게 되었다. 그림 6에 그 과정을 나타낸다.

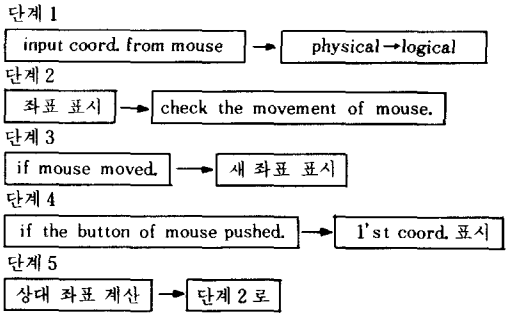


그림 6. 좌표 표시 과정
Fig. 6. Coordinate display process.

또한 시스템 사용자에게 편의를 제공할 수 있도록 100레이어 중에서 16레이어를 선택해 동시에 레이아웃 할 수 있게 하고, 256가지의 Color와 16가지의 Fill Pattern을 선택할 수 있게 기능을 추가하였다. 그림 7과 같이 Color와 Pattern 선택 형식을 나타내었다.

고무밴드 커서란 좌표 입력을 할 때 최종 좌표를 정할 때까지 마우스가 이동함에 따라 모양이 마치 고무줄처럼 변형되는 사각형 형태의 커서를 말한다. 그리고자 하는 도형의 모양을 고무밴드 커서가 항상 나타내어 줌으로써 레이아웃상의 도형 위치 선정에 큰 도움을 준다. 이 기능은 초보자에게는 편리하나 전

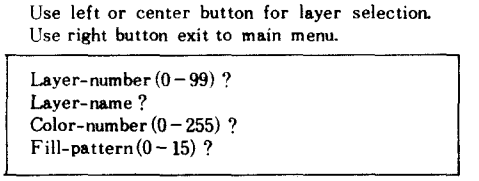


그림 7. Color와 Pattern 선택 형식
Fig. 7. Selection method of color and pattern.

문가에게는 불필요하게 느껴질 수도 있다. 그래서 사용자가 고무밴드 커서나 '+' 모양의 커서를 선택할 수 있도록 하였다.

V. KUIC_LED 시스템의 명령과 기능

KUIC_LED에서 사용되는 명령은 기능에 따라 크게 데이타 선택 명령군, 데이타 처리 명령군, 화면이동 명령군, 셀 호출 명령군, 기타 명령군으로 분류할 수 있다. 각 명령군에 속하는 것 중 중요한 명령과 기능은 다음과 같다.

1. 데이타 선택 명령군

새로운 오브젝트를 삽입하거나 이미 선정되어 있는 오브젝트 특성의 규정 또는 새로운 레이어의 선택을 위한 명령들의 집합을 뜻한다. KUIC_LED의 오브젝트에는 BOX, POLYGON, WIRE, CIRCLE, TEXT, ARC 등이 있다. (여기서 Circle은 72각형으로 구현된다.)

2. 데이타 처리 명령군

한개 또는 여러개의 도형을 그룹으로 묶어 변형, 복제, 삭제, 회전, 반전, 변형, 융합, 분할, 확대할 수 있는 기능이 있다.

3. 화면 이동 명령군

레이아웃된 도형을 사용자가 보기 편리하도록 하는 명령들이 있다. 화면을 확대, 축소, 원점으로 이동, 및 상하좌우로 이동할 수 있다. 또한 Block Zooming 기능이 있어서 작업하고자 하는 부분을 Window로 지정하여 쉽게 확대 또는 축소 할 수 있다. 그림 8은 그 실행을 도식적으로 나타낸 것이다.

4. 셀(cell) 호출 명령군

셀 호출 명령에는 내부 버퍼상에 셀의 모든 데이타를 다 가져오는 경우와 위치에 대한 정보만을 가져오는 경우가 있으며, 배열 형태의 셀 참조도 가능하다. 그림 9는 셀을 배열 형태로 참조한 예를 보여준다.

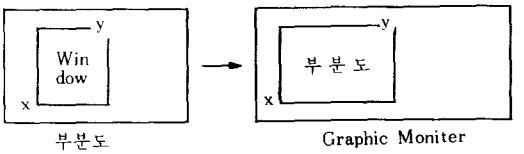


그림 8. 임의의 영역을 확대 또는 축소
Fig. 8. Block zooming.

5. 기타 명령군

어떤 특정한 명령들의 그룹에 속하지 않는 명령들로서 상태표시, 디렉토리 변경, DOS 명령 입력, 그려진 순서의 역으로 삭제, 지워진 순서의 역순으로 복구, Grid Size 조절 등의 기능을 가진 것들이 있다. 표 1은 KUIC_LED에서 동작하는 명령들을 나타낸다. 그림10은 D Flip-Flop에 대한 레이아웃 예이며 이에 대한 CIF Data는 그림11과 같다.

Ⅵ. 결 론

본 논문은 IC 마스크 레이아웃 에디터 KUIC_LED

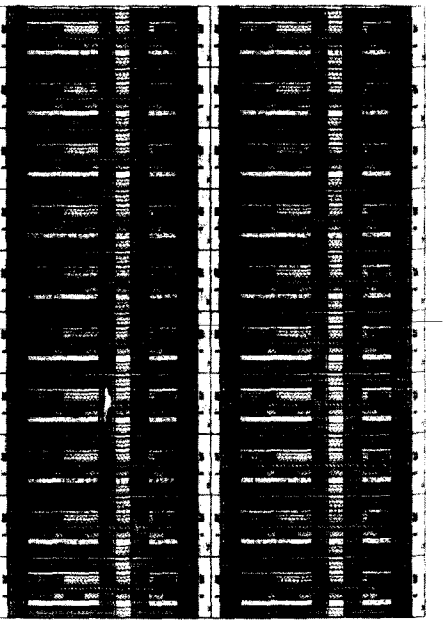


그림 9. 셀 배열 참조의 예
Fig. 9. An example of cell array reference.

표 1. KUIC_LED에서 동작하는 명령표
Table 1. Instruction table of KUIC_LED.

	구 분	설 명
도형 입력형 MENU	BOX	사각형을 그림.
	WIRE	폭을 갖는 선이나 갖지 않은 선을 그림.
	POLYGON	다각형을 그림.
	CIRCLE	원을 그림.
	TEXT	문자를 화면상에 나타냄.
편집용 MENU	STRCH	도형의 형태를 임의로 변형.
	MOVE	지정된 도형을 원하는 장소로 이동.
	COPY	원하는 도형을 복제.
	MRGE	두개의 도형을 하나의 다각형으로 합침.
	DIVID	임의의 도형을 임의의 형태로 분할하여 2개의 다각형으로 만듬.
	DELET	원하는 도형을 삭제.
	ROTAT	도형이나 문자열을 꼭지점을 중심으로 시계반대방향으로 회전.
	YMIRR	선택한 도형을 y축을 기준하여 대칭적으로 투영.
	XMIRR	선택한 도형을 x축을 기준하여 대칭적으로 투영.
	MGNFY	도형(문자열도 가능함)의 크기와 위치를 정수배 확장.
	UNDO	이전에 한 동작을 취소.
MACRO 호출용 MENU	OPEN REF	Cell을 호출. Cell 내부의 패턴을 수정.
	CLOSE REF	Cell을 호출. Cell 내부의 패턴을 수정할 수 없음.
작도 출력용 MENU	PRINTER	Dot Printer로 Layout Pattern을 출력.
	PLOTTER	Color Plotter로 Layout Pattern을 출력.
	GDSII	KIF Data를 GDSII Data로 Data Conversion을 함.
	CIF	KIF Data를 CIF Data로 바꿈.

	구 분	설 명
상태를 알아보는 MENU	INFOR	작업중인 File에 대한 정보를 알려줌.
	TREE	사용하고 있는 Cell들의 이름이 계층적으로 나타냄.
	RNAME	사용하고 있는 Cell의 이름을 바꿈.
	DIR	사용하고 있는 Directory에 대한 정보를 제공.
	SAVE	정전과 같은 사고에 대비하여 작업하고 있는 파일을 수시로 Disk Driver에 Save함.
	DOS	KUIC Program상에서 MS-DOS 명령어를 수행.
	LDEF	Layer 이름, 번호, 색깔 및 Pattern을 바꿈.
LAYER PATTERN CONTROL MENU	STIPPLE	Layout Pattern을 Stipple 패턴으로 바꿈.
	OUT LINE	Layout Pattern을 Outline 패턴으로 바꿈.
	LAY OFF	Layout Pattern을 OFF 시킴.
	PAINTING	Layout Pattern을 Painting 패턴으로 바꿈.
상태표시 MENU	GSIZE	현재 Gride Size를 표시.
	GSNAP	현재 Gride 간격을 표시.
	TSIZE	현재 Text Size를 표시.
	WIDTH	현재 Line Width를 표시.
작업종료 MENU	END	작업을 종료
	NEW CELL	새로운 작업을 시작.
WINDOW MOVING MENU	ZMIN	현재의 Working Area를 2배 확대.
	ZMOUT	현재의 Working Area를 1/2배로 축소.
	ORGIN	Working Area의 좌측하단의 좌표가 화면의 원점(0, 0)으로 이동.
	WMOVE	현재의 Working Area를 전체도(또는 부분도)에서 원하는 곳으로 이동.
	LEFT, RIGHT, UP, DOWN	현재의 Working Area를 Mouse가 지정한 화살표 방향으로 이동.
	REDRAW	부분도와 전체도 화면을 깨끗이 그림.
WINDOW PROCE-SSING MENU	POINT	하나의 좌표점을 지정하여 편집.
	WINDOW	Window로서 지정한 영역의 도형을 일괄편집.
	F WIN	작업하고 있는 전체 도형을 일괄편집.
	SET	작업 영역을 임의로 확대 또는 축소.
SPECIAL COMMAND MENU	WIDTH	Wire의 선폭을 지정.
	RUBER	Cursor 모양을 "+"자에서 고무밴드 모양으로 바꿈.
	DELTE	제일 마지막에 입력한 도형부터 삭제.
	UNDTE	제일 마지막에 삭제된 도형부터 역순으로 복원.
	KEYBD	Keyboard로 입력.
	ANGLE	자유각도와 90도로 꺾어진 선을 그릴 때 사용.
	CR/ON	"CLOSE REF"로 호출한 Cell의 내부를 전체도에서 보여줄 것인가 아닌가를 선택.
	TSIZE	문자열의 크기를 조정.
	GRID	부분도에 GRID를 그리거나 그리지 않게 함.

시스템의 개발에 관한 것이다. KUIC_LED는 IBM PC/AT와 Ω/PC 그래픽 보드상에서 동작하도록 구성 되었다. 따라서 사용자가 쉽게 레이아웃 시스템을 갖출 수 있으며 높은 해상도를 갖는 그래픽 보오드의 사용으로 도형을 정확하게 나타낼 수 있게 하였다. 본 시스템은 100 Layer중 임의의 16 Layer 선택기능 및 256 Color와 16 Fill Pattern을 제공하면서 다른 대형 컴퓨터에서 동작하는 레이아웃 에디터에서 제공되는 기능들을 대부분 갖추었다. 반도체 칩 설계에서 주로 이용되는 계층적 설계방식이 가능한 데이타 구조를 갖게 CIF나 GDSII data로 입출력이 가능하며, 작업 영역을 최대로 넓히고 Rubber Band Cursor를 사용하여 아주 편리한 사용자 인터페이스를 제공하였다.

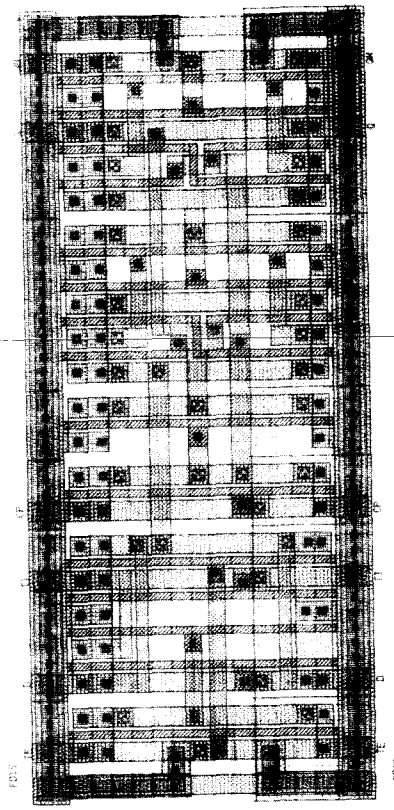


그림10. D Flip-Flop의 레이아웃 예
Fig. 10. Layout example of D Flip-Flop.


```
b 0 14 414 224
1 0 ..
c 384 202 4 0 QN
c 384 6 4 0 QN
c 350 202 4 0 Q
c 350 6 4 0 Q
c 151 204 4 0 CP
c 150 6 4 0 CP
c 114 202 4 0 TI
c 114 6 4 0 TI
c 62 202 4 0 D
c 62 6 4 0 D
c 24 202 4 0 TE
c 24 6 4 0 TE
c 10 210 4 0 FDIS
c 10 14 4 0 FDIS
1 1 CPW
b 414 70 -108 -70
b 306 70 -90 -70
b 180 70 -36 -70
b 180 0 36 70
b 144 0 -90 70
b 54 70 -54 -70
1 2 ACT
b 409 15 404 10
b 408 111 6 74
b 408 15 6 50
b 402 121 17 10
b 402 55 -17 10
b 392 34 -82 -10
b 310 152 82 24
b 302 152 -82 24
b 220 34 82 -10
b 212 176 28 24
b 184 34 28 -10
b 176 24 28 10
b 148 152 28 24
b 140 44 -82 20
b 58 152 82 24
b 50 34 -28 10
b 22 176 28 -24
b 12 121 17 -10
b 12 111 6 74
b 12 55 17 10
b 6 15 6 50
b 5 185 404 10
1 3 NP +
b 412 182 410 16
b 411 18 12 50
b 399 124 17 16
b 399 108 12 74
b 399 52 17 16
b 15 182 12 74
b 15 124 17 16
b 15 52 17 16
b 3 18 12 50
b 2 18 410 -16
1 4 CPS
b 380 180 -4 -160
b 376 56 -8 -8
b 368 130 8 8
b 362 95 6 10
b 362 20 -4 160
b 344 118 8 8
b 344 102 -22 -4
b 340 180 4 -78
b 340 93 4 73
b 340 85 -8 8
b 334 115 -8 8
b 322 180 4 -73
b 322 20 4 78
b 286 138 -8 -8
b 286 20 4 160
b 278 105 -6 10
b 278 48 8 8
b 268 180 4 160
b 254 102 4 78
b 254 20 -4 73
b 242 93 8 -8
b 236 107 8 8
b 236 107 4 73
b 236 98 -4 78
b 236 80 8 10
b 232 96 22 4
b 196 180 4 160
b 186 95 10 10
b 164 20 -4 160
b 160 80 -10 10
b 124 96 9 10
b 124 20 4 160
b 110 70 9 10
b 110 20 4 160
b 88 100 9 10
b 88 20 4 160
b 74 180 4 160
b 70 70 12 10
b 38 20 4 160
b 34 96 12 10
1 5 CON
b 406 8 -4 4
b 402 192 4 4
b 400 118 -4 -4
b 398 192 -4 4
b 396 62 4 -4
b 394 8 4 4
b 392 62 -4 -4
b 390 188 -4 4
b 389 173 -4 -4
b 389 27 4 4
b 388 118 4 -4
b 386 12 4 -4
b 385 159 4 -4
b 382 8 -4 4
b 378 192 4 -4
b 374 188 -4 4
b 374 50 -4 4
b 371 159 -4 -4
b 370 136 4 -4
b 370 12 4 -4
b 367 169 4 4
b 367 31 4 4
b 366 98 -4 4
b 366 8 -4 4
b 362 192 4 -4
b 358 192 4 4
b 354 8 4 4
b 353 159 -4 -4
b 353 31 -4 4
b 350 124 -4 -4
b 350 8 -4 4
b 349 169 4 4
b 346 192 4 -4
b 61 41 4 -4
b 60 12 -4 4
b 56 188 4 4
b 52 12 -4 -4
b 48 188 4 4
b 44 192 -4 4
b 43 169 4 4
b 43 155 4 4
b 43 27 4 4
b 40 8 4 4
b 36 12 -4 -4
b 32 188 4 4
b 29 173 -4 4
b 29 31 -4 4
b 28 192 -4 4
b 25 159 4 4
b 25 89 4 4
b 24 8 4 4
b 22 114 4 4
b 22 58 4 4
b 20 192 -4 4
b 18 114 4 4
b 16 8 4 4
b 14 62 4 -4
b 12 12 -4 -4
b 8 188 4 4
1 6 CM1
b 414 180 108 20
b 402 180 6 69
b 402 111 17 10
b 402 65 17 10
b 402 20 6 45
b 392 176 10 34
b 382 44 10 20
b 376 138 38 8
b 374 152 10 28
b 364 20 10 14
b 360 105 32 10
b 356 142 10 34
b 352 118 8 8
b 346 24 10 20
b 338 130 10 46
b 338 115 12 8
b 338 93 10 14
b 338 70 172 10
b 338 56 38 8
b 328 93 12 8
b 328 80 10 5
b 328 24 10 32
b 320 24 10 20
b 310 176 10 34
b 306 180 90 20
b 306 0 108 20
b 302 106 32 10
b 302 24 10 20
b 292 142 10 34
b 286 48 38 8
b 284 34 10 14
b 274 152 10 28
b 266 44 10 20
b 256 176 10 34
b 248 138 38 8
b 248 56 10 32
b 244 120 100 6
b 244 115 6 5
b 236 176 10 46
b 236 105 34 10
n 236 85 14 0 0 30 14
b 230 142 10 34
b 220 44 10 20
b 216 20 90 20
b 216 20 36 20
b 212 176 10 34
b 212 24 10 20
b 196 95 30 10
b 194 20 10 14
b 184 152 10 28
b 180 200 36 20
b 180 180 36 20
b 166 142 10 34
b 166 24 10 20
b 158 152 10 28
b 148 60 12 20
b 148 20 10 14
b 144 200 90 20
b 144 20 36 20
b 144 20 90 20
b 140 132 10 44
b 140 24 10 30
b 130 138 72 6
b 130 128 100 10
b 130 54 72 6
b 124 86 102 10
b 122 176 10 28
b 122 148 46 6
b 122 80 12 20
b 104 152 10 28
b 104 20 10 24
b 76 176 10 28
b 68 176 10 38
b 58 80 10 20
b 58 48 10 24
b 54 180 54 20
b 40 142 10 34
b 40 100 48 10
b 40 44 10 20
b 32 180 10 28
b 22 96 10 10
b 22 34 10 14
b 12 111 17 10
b 12 65 17 10
b 6 180 6 69
b 6 20 6 45
b 0 20 54 20
1 7 VIA
b 390 144 6 6
b 390 97 6 6
b 390 36 6 6
b 354 150 6 6
b 354 36 6 6
b 336 42 6 6
b 330 144 6 6
b 318 150 6 6
b 312 36 6 6
b 294 150 6 6
b 294 105 6 6
b 294 42 6 6
b 258 144 6 6
b 258 42 6 6
b 246 144 6 6
b 240 42 6 6
b 228 36 6 6
```


그림11. D Flip-Flop의 CIF 데이타
Fig. 11. CIF data of D Flip-Flop.

參 考 文 獻

[1] "VM-8820 device language manual," Vermont Microsystem, Inc. June, 1985.

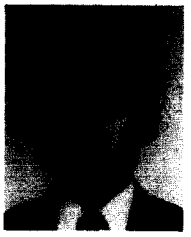
[2] 장기동, 배윤섭, 이동훈, 정호선, 이우일, "K-UIC_LED : 대화형 집적회로 레이아웃 에디터," 전기재료, 반도체 및 CAD학술대회논문집, pp. 161-164, 1987. 5.

[3] "METHEUS 1008 color graphics display processor for personal computers," Metheus Corporation October, 1985.

[4] C. Mead and L. Conway: Introduction to VLSI Systems, Addison-Wesley, 1976.

[5] CHAN S. PARK: Interactive Microcomputer Graphics, Addison-Wesley, 1985. *

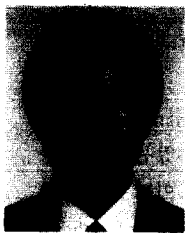
著 者 紹 介



鄭 甲 重(正會員)

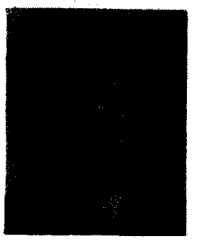
1964年 6月 16日生. 1987年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1989年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 공학석사학위 취득. 1989年 1月～현재, 금성반도체연구소 연구원. 주관심분야는 AUTOMATIC LAYOUT 및 DESIGN SYSTEM 등임.

●



蔣 基 東(正會員)

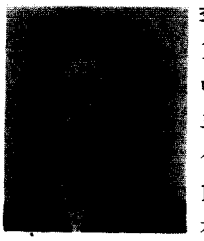
1964年 11月 29日生. 1986年 2月 경북대학교 전자공학과 졸업. 1988年 2月 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 공학석사학위 취득. 1988年 1月～현재, 금성반도체연구소 연구원. 주관심분야는 VLSI CAD 및 DESIGN 등임.



鄭 鎬 宣(正會員)

1943年 1月 29日生. 1969年 2月 인하대학교 전기공학과 졸업. 1975年 2月 서울대학교 대학원 전자공학과 석사학위 취득. 1980年 10月 프랑스 ENSEEIHT 전자공학과 박사학위 취득. 1976年 5月～현재 경북대학교 공과대학 전자공학과 부교수. 주관심분야는 CAD 시스템 개발, 신경회로망의 VLSI 구현 및 한·영 문자 인식 시스템 개발등임.

●



李 宇 一(正會員)

1928年 2月 10日生. 1948年 서울대학교 물리학과를 거쳐 경북대학교 물리학과 졸업. 1963年 미국 와싱턴대학 석사과정 수료. 1966年～1968年 카나다 오타와대학 고체전자공학 연구. 현재 경북대학교 전자공학과 교수.