

형태정합을 이용한 집적회로 패턴의 전체좌표 추출

(Global Coordinate Extraction of IC Chip Pattern Using Form Matching)

安 賢 植*, 趙 奭 濟*, 李 哲 東**, 河 永 浩*

(Hyun Sik Ahn, Seok Je Cho, Chul Dong Lee and Yeong Ho Ha)

要 約

최근 집적도의 증가와 더불어 집적회로 제작과 점검을 자동화하기 위하여 영상처리방법을 이용한 집적회로의 인식 알고리즘이 개발되고 있다. 집적회로를 인식하기 위해서는 프레임 영상으로 부터 특징을 얻고 이것으로써 칩내의 모든 프레임 영상을 정합하여야 한다. 본 논문은 layout 정보를 나타내는 꼭지점들의 위치와 형태를 직선화 알고리즘을 이용하여 추출한다. 부분적으로 겹치는 이웃 프레임들을 얻어진 꼭지점의 위치와 형태를 특징으로 하여 정합함으로써 꼭지점의 전체적 좌표와 형태를 추출한다.

Abstract

IC chip layout pattern recognition algorithms using image processing techniques are being developed for the automation of manufacturing and inspecting chips. Recognition of chip pattern requires feature extraction from each frame of chip image and needs to match the feature data through all frames. In this paper, vertex position and form having layout information are extracted by the feature straightening algorithm, and global coordinates of layout pattern are obtained by vertex form matching from the overlapped area of neighbour frame.

I. 서 론

최근 집적회로 제작기술의 발전과 더불어 웨이퍼(wafer)의 처리과정을 현미경을 이용하여 점검함

으로써 회로의 신뢰도 측정이나 복잡한 제조과정을 제어하고 있다.^[1] 웨이퍼 처리과정에 대한 칩의 layout 정보는 집적회로 패턴의 데이터 형태인 CIF(caltech intermediate form)가 이용되고 있으며 이로부터 칩의 회로 및 논리회로 등을 추출할 수 있다. CIF를 칩의 현미경 사진으로 부터 추출하려면 많은 비용과 시간이 소요되므로 컴퓨터를 이용한 영상처리 방법으로 얻는 방법이 개발되고 있다.^[2,3]

본 논문은 집적회로 패턴의 인식에 있어서 기존의 영상처리 기술을 합리적으로 적용하고 새로운 자동 인식방법을 제안하여, CIF추출에 이용하거나 효율적인 집적회로 패턴인식 알고리즘 개발에 이용한다.

*正會員, 慶北大學校 電子工學科

(Dept. of Elec. Eng., Kyungpook Nat'l Univ.)

**正會員, 韓國電子通信研究所

(Electronics and Telecommunications Research Institute)

接受日字: 1989年 1月 27日

(※본 연구는 한국전자통신연구소 자동설계 환경구축에 관한 연구의 부분적 지원에 의한 연구임.)

먼저 칩의 영상에서 경계선을 검출하되 메탈층 및 기타층에 대하여 일반 영상처리에 사용되고 있는 병합 및 경계선 검출방법을 개선하여 적용하였다. 집적회로 도면패턴은 대부분 직선으로 구성되어 있으므로 이것을 나타내는 정보로 사용하는 특징(feature)은 꼭지점(vertex)의 위치와 형태(form)가 적절하다. 영상내에 있는 꼭지점의 위치를 추출하기 위하여 세션화된 경계선의 폐곡선을 체인코드화하여 꼭지점을 추출하는 방법이 있으나 연결(linking) 및 선형화해야 하는 단점이 있으며,^{13,14} 미분 경계선 연산자의 방향에 대한 미분으로써 꼭지점을 추출하는 방법은 어떠한 각도의 꼭지점도 찾을 수 있으나 모서리점 주위에 여러 꼭지점 후보가 생기며 정확한 꼭지점의 위치를 찾기 어렵다.¹⁵ 본 논문은 수평 및 수직으로 $3 \times L$ 및 $L \times 3$ 의 mask를 각각 적용하여 직선화한 영상에서 꼭지점을 찾음으로써 꼭지점 위치를 보다 정확히 추출하는 방법을 제안하였다. 집적회로내에 존재하는 모든 꼭지점의 좌표를 추출하기 위하여 인접한 프레임(fram)이 부분적으로 겹치도록 획득한 후 정합함으로써 각 프레임의 변위정보를 검출하여야 한다. 기존의 2차원 정합은 line segment들을 특징으로 하여 relaxation 방법을 많이 이용하고 있으나^{16,17} 집적회로 영상은 꼭지점의 위치 및 형태를 특징으로 이용하는 것이 특징정보의 양이나 계산시간 면에서 효율적이다. 본 논문은 가중된 정합창(weighted matching window)을 이용하여 만족도가 최대화된 정합 꼭지점을 찾는 정합방법을 제안하였다. 실험에서는 이 과정을 복잡한 집적회로 패턴의 프레임 영상에 적용하여 첫번째 프레임의 좌측 상단을 원점으로 하는 꼭지점의 전체적 좌표 및 형태가 잘 추출됨을 보이며 이 정보는 CIF추출 등에 이용할 수 있다.

II. 입력영상 획득과정 및 특성

집적회로 패턴인식은 입력영상의 획득과정과 그 특성에 따라 효율적인 알고리즘이 개발되어야 하므로 먼저 집적회로 영상을 얻는 과정을 기술하기로 한다. 본 논문에서는 그림 1과 같이 먼저 일정한 배율의 현미경을 칩의 좌측 상단에 고정시키고 비디오 카메라 어댑터(MVB-1B)와 CCTV 카메라를 통하여 출력된 신호를 프레임 그래버(frame grabber, FG-100-AT)에서 디지털화 한 후, 이를 IBM-PC/AT에 저장하였다. 이와 같이 얻어진 영상은 첫번째 프레임 영상이 되며 카메라를 X축 또는 Y축으로 이동하되 부분적으로 첫번째 영상과 겹치도록 이동하여 두번째 프레임 영상을 얻는다. 카메라를 X축 또는 Y축으로 이동하면서 이웃하는 프레임 영상과 부분적으로 겹

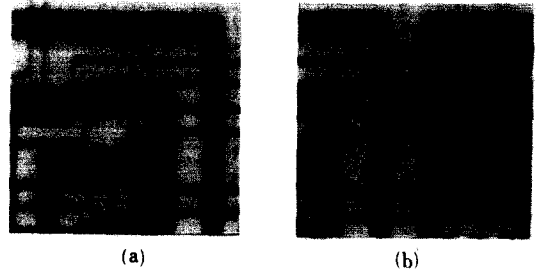


그림 1. 원래의 칩 영상
Fig. 1. Original chip image.

치는 집적회로 전체의 프레임 영상들을 획득하며 이 이동정보를 정합 알고리즘 적용시에 이용한다.

그림 1은 실제의 집적회로중 비교적 복잡한 부분을 디지털화한 입력영상으로서 256 명암도를 가지는 100×100 화소의 두 프레임 영상을 획득한 결과이다. 그림 1(a)는 첫번째 프레임 영상이고 그림 1(b)는 카메라가 X축으로 이동한 후 획득한 두번째 프레임 영상이다. 집적회로는 명암도에 의해 구분이 용이한 메탈층(metal layer)을 비롯하여 polysilicon, contact, well, diffusion layer 등 sub-layer로 구성되어 있으며 각 층들은 두꺼운 선경계 성분에 의해 구분되어 있고 메탈층 이외의 층들은 명암도 차가 별로 크지 않으며 웨이퍼 처리과정 및 영상을 입력할때 발생하는 잡음 성분도 포함되어 있음을 알 수 있다.

III. 메탈층의 경계선 검출

메탈층은 입력영상을 얻을 때 조명에 의한 빛의 반사가 크므로 명암도로써 기타층들과의 구분이 용이하여 영상의 히스토그램으로부터 명암도 문턱치(threshold)를 결정하고 문턱치 이상이면 메탈층으로 간주하여 분할한다. 그러나 복잡한 집적회로 영상은 메탈층이 다결정 실리콘층이나 확산층위를 지나므로 아래층의 요철로 인하여 돌출하거나 함몰된 부분이 존재할 수 있다. 이 경우 메탈층내에 띠형태의 그림자가 생기며 이와 비슷하게 contact 부분에서도 그림자가 존재할 수 있다. 이 때 명암도 문턱값으로 메탈층을 구분하면 그림자에 해당하는 부분은 배경으로 구분되므로 제안한 선분병합(line merging) 방법으로 개선하였다. 명암도 문턱값에 의해 영역분할된 2진 영상에서 수평 및 수직방향으로 메탈영역에 해당된 화소이면 계수한다. 연속적으로 계수가 지속되다가 중단된 후 다시 계수가 시작될 때 계수가 중단된 화소의 수가 문턱값과 비교하여 작으면 메탈층에

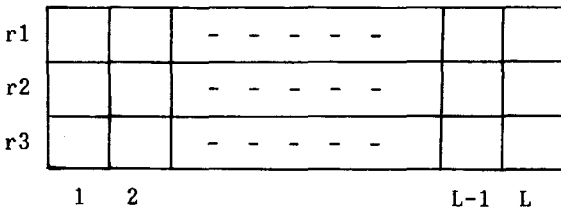
속한 영역으로 간주하고 병합한다. 여기서 문턱값은 design rule⁶⁾에서의 최소거리단위 이하가 되도록 하였다. 이와 같은 방법으로 수평 수직에 대하여 각각 병합되되 병합된 메탈층내에 빈공간이 없을 때까지 반복하여 영역분할 한 후 Sobel 연산자를 적용하여 경계선 영상을 얻는다.

IV. 꼭지점 좌표 및 형태 추출

1. 직선화 및 꼭지점 위치 추출

집적회로 영상의 경계선은 대부분 수평선과 수직선이며 특별한 경우 45°와 135°에 가까운 경사진 직선을 부분적으로 포함하므로 집적회로의 패턴인식을 보다 용이하게 할 수 있다. 본 논문에서는 수평 및 수직으로 경계선 선분의 길이 L을 정의하고 각각 3×L과 L×3 mask를 적용하여 직선화된 경계선에서 꼭지점의 위치를 추출하는 방법을 제안한다. 직선화 과정은 다음과 같다.

- 1) 먼저 수평방향으로 직선화를 하기 위해 앞에서 얻어진 경계선 영상에서 한 경계선 화소를 찾은 후 오른쪽으로 scanning하면서 경계점의 계수(count)가 중단된 지점까지의 화소거리를 L로 결정한다. L이 주어진 문턱치보다 크면 계수가 시작된 화소위치와 길이 L을 이용하여 그림 2와 같이 3×L mask를 만들고, 작다면 계수가 중단된 지점부터 새로운 경계점 화소를 찾아 scanning을 계속한다.
- 2) Mask내에 존재하는 3행의 열(r1, r2, r3)에 대해 각각의 경계점을 계수하고 중간행(r2)의 경계점의 갯수가 가장 크면 선분의 양 끝좌표를 선분의 정보로서 stack에 저장한다.



L : 선분길이

그림 2. 3×L mask
Fig. 2. 3×L mask.

- 3) 경계선이 미소하게 기울어 졌을 때 직선화된 선분이 Y축으로 한 화소 차이를 두고 접하여 있을 수 있다. 이 때 stack에 저장된 두 선분의 길이를 비교하여 값이 큰 선분의 Y축 좌표와 두 선분을

합한 양 끝좌표를 X축 좌표로 선택하여 두 선을 하나로 묶는다.

- 4) 집적회로 제작시 기타층의 기하학적 배치로 인하여 영역분할된 메탈층의 너비가 불규칙한 경우 하나의 선분이 되어야 함에도 불구하고 경계선을 따라 Y축으로 몇 화소 떨어져서 이어지지 않는 두 개 이상의 선분이 된다. 이 때 수평선분들의 stack에서 Y축으로는 주어진 문턱치보다 가까우면서 X축으로는 선분의 끝이 겹치는 선분들을 찾고 서로 겹쳐서 이루는 X축의 전체 길이를 X축의 양 끝 좌표로 선택하고 영역분할된 영상내에서 메탈 영역에 해당하는 화소를 각 선분의 Y축 좌표에 대해 전체길이 만큼 계수하여 가장 적게 계수된 선분의 Y축 좌표를 묶여진 선분의 Y축 좌표로 선택한다.
- 5) 수직경계선에 대해서도 같은 방법을 적용하여 직선화를 한다.
- 6) 위 과정을 수행한 후의 직선화된 영상은 수평 수직의 선분이 꼭지점 위치에 미치지 못하거나 더 길게 연장될 경우가 있으므로 선분의 끝부분에서 앞뒤로 탐색하여 마주칠 수 있는 선분이 있으면 그 위치까지만 연장한다.
- 7) 직선화된 영상에 3×3 mask를 적용하여 선분이 마주친 부분과 다른 선분과 연결되지 않은 선분 끝을 꼭지점의 위치로서 찾는다.

직선화를 이용한 꼭지점 추출방법은 경계선의 모서리 지점에서 하나의 꼭지점만 추출할 뿐 아니라 직선화된 경계선 선분으로 부터 추출하므로 보다 정확한 꼭지점의 위치정보를 추출할 수 있다.

2. 꼭지점 형태 추출

집적회로 도면 패턴을 인식하고 각 프레임을 정합하기 위한 특징은 꼭지점의 위치와 형태가 적절하므로 앞에서 소개한 방법으로 찾은 꼭지점 위치에서 형태를 추출한다. 여기서 형태는 꼭지점 위치에서 마주치는 경계선의 두 방향을 의미한다.

만약 꼭지점이 수평이나 수직의 경계선만이 마주치는 꼭지점이면 직선화된 경계점을 0°, 90°, 180°, 270° 방향으로 clustering하여 두 방향의 꼭지점 형태를 찾는다. 경사진 경계선이 마주치는 경우는 일반적으로 다른 한쪽이 수평 수직인 경계선을 가진다. 따라서 경사진 경계선을 가진 꼭지점은 먼저 수평 또는 수직방향으로 하나의 경계선 방향을 찾고 경사진 다른 경계선은 경계점 clustering 방법에 의해 추출한다. 이 방법은 그림 3과 같이 꼭지점에 M×M 창을 만들고 45°, 135°, 225°, 315° 방향으로 각도 θ와 화소의 너비로 만들어진 bar를 정의한다. Bar내

에 한개 이상의 경계점이 존재하면 계수하되 4방향 중 가장 많이 계수된 방향을 경사진 경계선 방향으로 간주한다. 따라서 모든 꼭지점에서 8가지의 경계선 방향중 2가지의 방향을 가지는 형태를 얻는다.

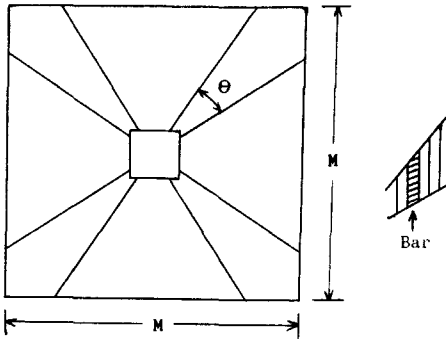


그림 3. Clustering을 위한 MxM 창
Fig. 3. MxM window for clustering.

V. 정합 및 전체좌표 추출

부분적으로 겹치는 두 프레임의 상대적 변위를 추출하기 위하여 꼭지점의 위치와 형태를 정합한다. 이것은 곧 첫번째 프레임의 꼭지점들이 두번째 프레임의 어떤 꼭지점과 상응하는가를 기하학적 근거를 가지고 결정하는 것이다. 입력영상을 획득할 때 카메라가 이동한 대략적 이동변위와 정확한 이동변위 사이에 존재할 수 있는 X축 및 Y축 방향의 최대오차를 결정하고 정합과정에 적용하여 수행시간을 줄인다. 정합 과정은 다음과 같다.

- 1) 첫번째 프레임의 각 꼭지점을 $a_i, 1 \leq i \leq n$, 으로 두고 두번째 프레임의 각 꼭지점을 $b_j, 1 \leq j \leq m$, 으로 두면 첫번째 프레임은 $A = \{a_i | 1 \leq i \leq n\}$, 두번째 프레임은 $B = \{b_j | 1 \leq j \leq m\}$ 로 나타낼 수 있다.
- 2) 여기서 꼭지점 a_i 와 b_j 의 형태가 같고 카메라의 이동변위를 중심하여 최대오차내에 존재하면 정합 꼭지점 후보로 두고 두 꼭지점을 겹쳐서 overlapping 영역을 결정한다. Overlapping 영역내에 존재하는 a_i 의 집합을 $A_{ij} = \{a_k | 1 \leq k \leq n'\}$, b_j 의 집합을 $B_{ij} = \{b_l | 1 \leq l \leq m'\}$ 로 둔다.
- 3) 겹쳐진 두 꼭지점 a_i, b_j 와 그 주위에 존재하는 첫번째 프레임의 꼭지점 a_k 를 이용하여 5x5창 $w(i, j, k)$ 를 그림 4(a)와 같이 만들고 두번째 프레임에 적용한다. 만약 $w(i, j, k)$ 창내에 a_k 와 동일한 형태를 가진 b_l 이 존재하면 compatible하다고 정의하고 그림 5와 같이 창의 중심으로 부터 거리에 반비례하는

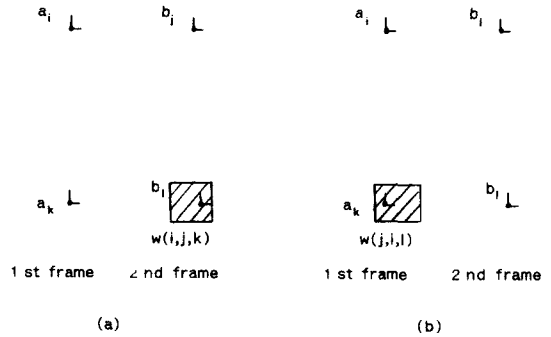


그림 4. 5x5 창의 예
Fig. 4. Example of 5x5 window.

0.2	0.8	1.0	0.8	0.2
0.8	1.6	2.0	1.6	0.8
1.0	2.0	3.0	2.0	1.0
0.8	1.6	2.0	1.6	0.8
0.2	0.8	1.0	0.8	0.2

그림 5. 가중된 5x5 창
Fig. 5. Weighted 5x5 window.

가중치의 값을 구한다. 그렇지 않으면 incompatible하다고 정의하고 incompatibility로 계수한다.

- 4) 2)와 같은 방법으로 $w(j, i, l)$ 을 그림 4(b)와 같이 구하고 동일한 과정을 되풀이 한다.
- 5) Overlapping 영역내의 모든 꼭지점이 compatible하다고 기대할 수 없으므로 정합의 정도를 나타내는 만족도 ACP_{ij} 를 식 (1)과 같이 결정한다.

$$ACP_{ij} = \frac{\sum \text{weighting value}}{\text{number of incompatibility}} \quad (1)$$

- 6) 2)에서 5)과정을 모든 a_i 와 b_j 에 적용한 후 최대 ACP_{ij} 를 찾고 만족도가 최대인 꼭지점 쌍 a_i 와 b_j 사이에 존재하는 x, y축의 상대적 화소거리를 프레임의 이동변위로 구한다.

위와 같은 방법을 적용하여 처음과 두번째 프레임에 대한 상대적 이동변위를 추출하고 두번째와 세번째 프레임을 동일한 방법으로 정합하면 그 다음 프레임의 변위정보를 얻을 수 있다. 정합을 이용하여 얻은 변위정보를 각 프레임 꼭지점 위치에 더하면 집적회로의 좌측 상단에 대한 모든 꼭지점의 좌표와 형태를 추출할 수 있다.

VI. 실험 및 고찰

실험과정을 전체 흐름도로 표시하면 그림 6 과 같다. 그림 7 은 메탈층에 대하여 첫번째 프레임에 대한 결과이고 그림 8 은 두번째 프레임에 대한 결과이다. 그림 7(a), 8(a)는 영상에 명암도 문턱값을 주어 메탈층과 배경부분으로 이진화한 영상이며 아래층의 경계선이 지나가는 부분은 메탈영역임에도 불구하고 배경으로 구분되었음을 볼 수 있다. 그림 7(b), 8(b)는 선분병합의 결과이고 경계선을 추출하여 그림 7(c), 8(c)와 같은 영상을 얻었다. 여기에 경계선을 그림 7(d), 8(d)와 같이 직선화하고 동일한 경계선을 나타내는 선분을 서로 묶고 꼭지점까지 연장하여 그림 7(e), 8(e)에서 알 수 있듯이 집적회로 경계선에 충실할 뿐 아니라 잡음도 잘 제거된 결과를 얻었다. 이 영상에서 clustering하여 추출한 꼭지점의 위치와 형태는 그림 7(f), 8(f)와 같으며 꼭지점 정보를 재안한 방법으로 정합하여 얻은 첫번째 영상의 (0,0) 위치로부터의 좌표 및 형태를 표 1에 나타내었다. 표 1에서 보면 먼저 각 프레임의 위치와 형태를 찾았고 두번째 프레임의 꼭지점 (52, 11)에 대하여 첫번째 프레임의 꼭지점 (52, 63)이 정합되었을 때 정합

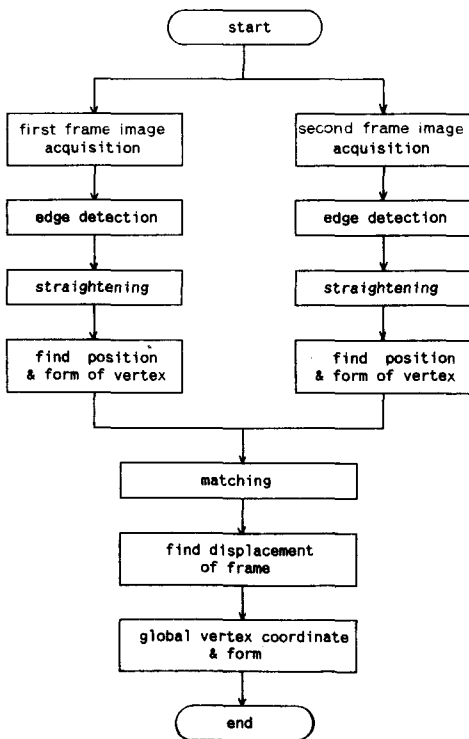


그림 6. 실험의 흐름도

Fig. 6. Block diagram of the experiment.

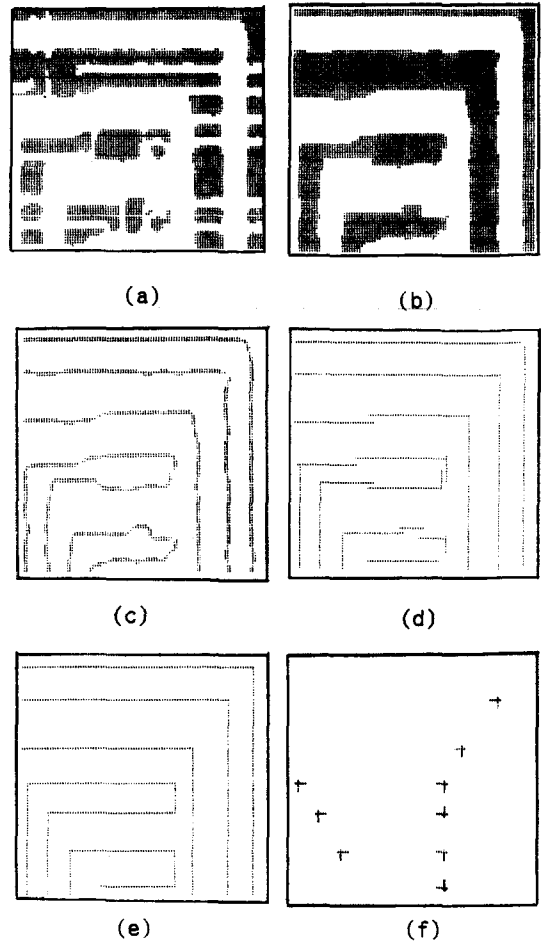


그림 7. 첫번째 프레임에 대한 알고리즘 적용결과

- (a) 문턱값을 준 영상
- (b) 병합된 영상
- (c) Sobel 연산자를 적용한 영상
- (d) 직선화한 영상
- (e) 꼭지점까지 연장된 영상
- (f) 꼭지점 형태 영상

Fig. 7. Results of simulation in the first frame.

- (a) Threshold image.
- (b) Merged image.
- (c) Image after Sobel operation.
- (d) Straightened image.
- (e) Vertex-linked image.
- (f) Vertex form image.

된 주위의 꼭지점 갯수는 모두 4개이며 만족도가 가장 크다. 따라서 X축으로 0화소 및 Y축으로 52화소만큼 이동한 정보를 두번째 프레임의 꼭지점들의 위치에 더하여 전체 좌표를 얻었으며 동일한 방법을 다

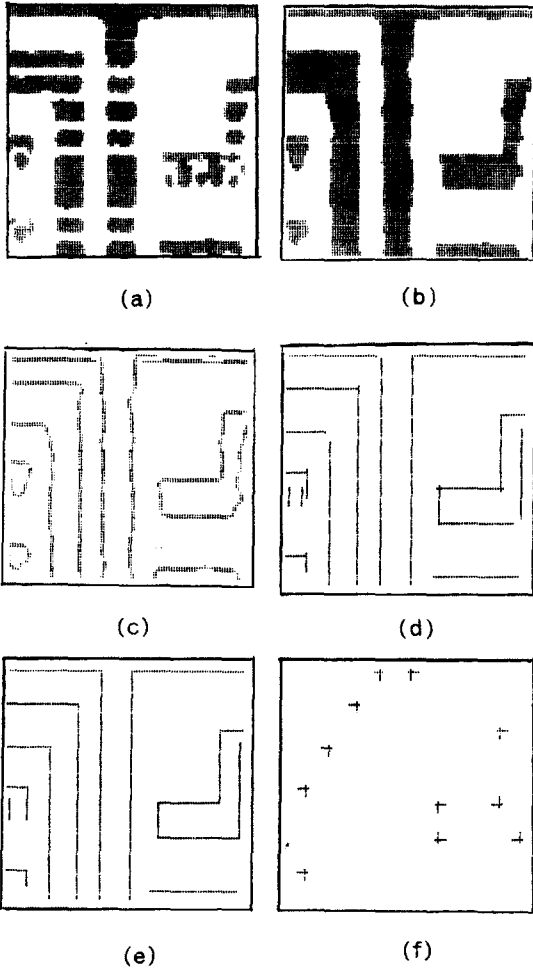


그림 8. 두번째 프레임에 대한 알고리즘 적용결과
 (a) 문턱값을 준 영상
 (b) 병합된 영상
 (c) Sobel 연산자를 적용한 영상
 (d) 직선화한 영상
 (e) 꼭지점까지 연장된 영상
 (f) 꼭지점 형태 영상

Fig. 8. Results of simulation in the second frame.
 (a) Threshold image.
 (b) Merged image.
 (c) Image after Sobel operation.
 (d) Straightened image.
 (e) Vertex-linked image.
 (f) Vertex form image.

음의 모든 프레임에 적용함으로써 집적회로 도면패턴내에 존재하는 모든 꼭지점의 전체적인 좌표와 형태를 추출할 수 있다.

표 1. 정합에 의한 꼭지점의 전체적 좌표 및 형태

Table 1. Global vertex coordinate and form by matching.

frame #	original frame (i, j)	form (degree) 1st, 2nd	matched frame		global coordinate (i, j)
			#	(i, j)	
1	(19, 84)	270, 180	0	(0, 0)	(19, 84)
1	(38, 70)	270, 180	0	(0, 0)	(38, 70)
1	(52, 5)	270, 0	0	(0, 0)	(52, 5)
1	(52, 63)	270, 180	0	(0, 0)	(52, 63)
1	(64, 13)	270, 0	0	(0, 0)	(64, 13)
1	(64, 63)	180, 90	0	(0, 0)	(64, 63)
1	(79, 22)	270, 0	0	(0, 0)	(79, 22)
1	(79, 63)	270, 180	0	(0, 0)	(79, 63)
1	(93, 63)	180, 90	0	(0, 0)	(93, 63)
2	(6, 40)	270, 180	1	(6, 94)	(6, 92)
2	(6, 52)	270, 0	1	(0, 0)	(6, 104)
2	(19, 31)	270, 180	1	(19, 84)	(19, 83)
2	(29, 87)	270, 0	1	(0, 0)	(29, 139)
2	(36, 20)	270, 180	1	(38, 70)	(35, 72)
2	(52, 11)	270, 180	1	(52, 63)	(52, 63)
2	(58, 63)	90, 0	1	(0, 0)	(58, 115)
2	(58, 87)	180, 90	1	(0, 0)	(58, 138)
2	(72, 63)	90, 0	1	(0, 0)	(72, 115)
2	(72, 95)	180, 90	1	(0, 0)	(72, 147)
2	(85, 11)	270, 180	1	(0, 0)	(85, 63)

Ⅶ. 결 론

본 논문에서는 영상처리 방법을 이용한 집적회로 패턴인식에 대한 새로운 알고리즘들을 제안하였다. 패턴인식의 대상은 명암도의 차가 큰 메탈층과 polysilicon, contact, well, diffusion layer 등으로 구성된 sub-layer로 구분할 수 있다. 메탈층에 대해서는 영역을 분할한 후 제안한 직선화 알고리즘을 적용하여 우수한 경계선 선분을 얻었고 꼭지점의 위치 및 형태를 잘 추출하였다. 그리고 각 프레임의 꼭지점의 위치 및 형태를 정합하여 집적회로의 전체 좌표와 형태를 구하였다. 메탈층에 대한 패턴인식은 제안된 알고리즘을 이용하여 비교적 복잡한 경우에도 꼭지점 좌표와 형태를 잘 추출하였으며 이 정보로부터 CIF도 얻을 수 있다. Sub-layer에 대해서는 앞에서 지적한 바와 같이 서로 다른 층들 사이에 명암도의 차이가 작고 각 층을 구분할 수 있는 정보가 흑백영상만으로는 부족하므로 경계선 정보와 컬러 정보를 이용하여 각 층별로 영역을 분할하는 방법이 계속 연구되어져야한다. 만약 이점이 해결된다면 제안한 알고리즘으로 각 층에 대한 전체 좌표와 형태도 추출할 수 있을 것이다.

본 논문에서 제시한 꼭지점의 좌표 및 형태 추출 알고리즘을 자동점검시스템 및 역 공정을 통한 회로 분석에 적용한다면 시간과 비용면에서 많은 도움을 줄것이라 기대된다.

參 考 文 獻

[1] B.B. Shu, C.C. Li, J.F. Mancuso and Y.N. Sun, "A line extraction method for automated SEM inspection of VLSI resist," *IEEE Trans. PAMI*, vol. 10, no. 1, pp. 117-120, January 1988.

[2] 히영호, "영상처리 방법을 이용한 IC Layout Pattern의 인식알고리즘 개발," 한국전자통신 연구소, 자동설계 응용 소프트웨어 연구 최종 연구보고서, pp. 59-122. 1988년 7월.

[3] 김지홍, 김남철, 정호선, "CHIP 영상으로 부터의 CIF 추출," 전자공학회지 논문지, vol. 25, no. 9, pp. 63-72, 1988년 9월.

[4] A. Rosenfeld and J.S. Weszka, "An improved method of angle detection on digital

curves," *IEEE Trans. Comput.*, vol. c-24, pp. 940-941, Sep. 1985.

[5] W.K. Gu and Thomas S. Huang, "Connected line drawing extraction from a perspective view of a polyhedron," *IEEE Trans. PAMI*, vol. PAMI-7, no. 4, pp. 423-425, 1985.

[6] Bir Bhanu and Olivier D. Faugeras, "Shape matching of two-dimensional objects," *IEEE Trans. PAMI*, vol. PAMI-6, no. 2, pp. 137-155, March 1984.

[7] Gerard Medioni and Ramakant Nevation, "Matching image using linear feature," *IEEE Trans. PAMI*, vol. PAMI-6, no. 6, pp. 675-685, Nov. 1984.

[8] Nei H.E. Weste and Kamran Eshraghian, *Principles of CMOS VLSI design*, Addition Wesley, pp. 236-259, 1985.

[9] 안현석, 이왕국, 조석제, 히영호, "꼭지점 형태 정합을 이용한 집적회로 패턴의 전체 좌표 추출," 대한전자공학회 학술대회 논문집, pp. 553-556, 1988년 7월. *

著 者 紹 介



安 賢 植 (正會員)
 1965年 12月 30日生. 1986年 2月
 경북대학교 전자공학과 졸업. 1989
 年 2月 경북대학교 대학원 전자
 공학과 석사학위 취득. 주관심분
 야는 Image Processing, CAD, 컴
 퓨터비전 등임.



趙 爽 濟 (正會員)
 1959年 9月 18日生. 1982年 2月
 경북대학교 전자공학과 졸업. 1983
 年~1984年 금성전선(주) 기술연
 구소 연구원. 1988年 2月 경북대
 학교 대학원 전자공학과 석사학위
 취득. 1988年 3月~현재 경북대
 학교 대학원 전자공학과 박사과정 재학. 주관심분야
 는 Image Processing 및 Computer Vision 등임.

李 哲 東 (正會員) 第26卷 第4號 參照
 현재 한국전자통신연구소 자동설
 계기연구실장

河 永 浩 (正會員) 第25卷 第10號 參照
 현재 경북대학교 전자공학과
 조교수