

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁴
H01L 21/66

(45) 공고일자 1989년 11월 15일
(11) 공고번호 89-004566

(21) 출원번호	특1987-0002613	(65) 공개번호	특1988-0011882
(22) 출원일자	1987년 03월 21일	(43) 공개일자	1988년 10월 31일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 강진구 경기도 수원시 권선구 매탄동 416번지		
(72) 발명자	이원식 서울특별시 강남구 반포동 257-3 신반포 4차아파트 206/908		
(74) 대리인	이건주		

심사관 : 조성욱 (책자공보 제1688호)

(54) 반도체 제조공정중의 패턴의 씨디변화를 모니터링하기 위한 테스트 패턴

요약

내용 없음.

대표도

도 1

명세서

[발명의 명칭]

반도체 제조공정중의 패턴의 씨디변화를 모니터링하기 위한 테스트 패턴

[도면의 간단한 설명]

제1도는 종래 간단한 구조의 목측용 씨디바아.

제2도는 종래의 목측용 Murray Dagger 씨디바아.

제3도는 본 발명의 씨디바아중 기판층과 현재층의 정렬 오차가 없고 기판층의 씨디변화가 없는 경우의 실시예.

제4도는 본 발명의 씨디바아중 기판층과 현재층의 정렬 오차가 없고 기판층의 씨디만 변화하는 경우의 실시예.

제5도는 본 발명의 씨디바아중 기판층과 현재층의 씨디는 변화가 없고 정렬 오차만 있는 경우의 실시예.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 반도체 장치 제조공정에서 각층의 씨디(CD ; Critical Dimension)변화 측정을 위한 테스트 패턴인 씨디바아(CD Bar)에 관한 것으로, 특히 목측이 가능한 씨디바아에 관한 것이다.

통상적으로, 반도체소자의 제조공정은 반도체 기판상에 4-5개에서 20여기 가지의 서로 다른 층을 순차적으로 성장 또는 도포해 나감과 동시에 사진식각 방법을 이용하여 형성된 각층에 소정의 패턴을 형성하는 것이며, 이와같이 형성된 각층은 수직적으로 집적이 되어 하나의 반도체 장치를 이루게 된다.

이러한 반도체 장치의 개개의 층에 형성된 개개의 패턴의 평면적 크기는 반도체 장치 전체 동작 특성에 큰 영향을 미치게 되므로 반도체 장치의 설계시에는 이 반도체 장치를 구성하는 개개의 패턴의 크기를 특정된 동작에 알맞도록 적절히 설정해야 하며, 반도체 장치 제조시에는 개개의 패턴의 크기를 설계치대로 유지시키는 것이 중요한 문제점이다.

따라서 반도체 장치의 제조공정중 필요한 제조공정 단계에서 형성된 개개의 치수(이하 씨디라 칭함)의 변화를 감시할 필요성이 있다.

그러나 반도체 장치의 제조공정중 개개의 층에 형성된 패턴들의 씨디를 일일이 측정한다는 것은 어려운 일이므로 개개의 층마다 형성된 패턴들의 씨디변화를 현미경을 통해 모니터링할수 있는 특별한 테스트 패턴(이하 씨디바아라 칭함)을 웨이퍼상의 스크라이빙 영역 또는 칩의 소자가 형성되지 않는 영역에 형성하는 방법이 사용되어 왔다.

즉 동일 층상에 형성되는 패턴들은 동일 제조방법에 의해서 형성이 되므로 이 층의 개개의 패턴의

씨디는 서로 다르지만, 개개의 패턴의 씨디의 변화는 모든 패턴에 걸쳐서 동일하게 유지되므로 씨디바아의 씨디변화를 감시하면 모든 패턴의 씨디의 증분 또는 감소분을 알 수 있다.

상기와 같은 씨디바아의 종류는 크게 두가지로 나눌수 있다. 그 첫째는 특별한 기계장치를 이용하여 씨디를 측정하기 위한 씨디바아이고, 둘째는 단순히 현미경을 사용한 관측자의 목적에 의해서만 씨디변화를 측정할수 있도록 특정의 패턴으로 설계된 씨디바아이다. 첫번째의 경우에는 상당히 정확한 측정을 할수 있으나 측정자체가 복잡하고 많은 시간이 소모되는 단점이 있고, 두번째의 경우에는 정확성은 떨어지더라도 측정이 간편하고 단시간에 측정이 가능한 특징이 있다.

그러나 반도체 장치의 제조공정은 전술한 바와같이 개개의 층마다 다수의 패턴을 형성해 나가는 것이기 때문에 패턴 형성 공정 완료시마다 일일이 씨디를 특별한 기계장치로 측정한다는 것은 매우 복잡하고 어려운 일이다.

따라서 이와같은 이유로하여 목적용의 씨디바아를 사용하여 반도체 장치 제조공정시 개개의 층에 형성된 패턴 전체의 씨디변화를 측정할수 있게 된다.

제1도는 종래의 간단한 구조의 목적용 씨디바아로써, 씨디바아의 가로변의 길이가 설계시의 최소 씨디변화량(이하 $0.1\mu\text{m}$ 로 가정한다)만큼씩 차이가 나는 다수의 상단 직사각형들과 다수의 하단 직사각형들을 서로 어긋나게 배열하여, 상단 직사각형과 하단 직사각형의 각각의 한 세로변이 일직선상에 놓이는 경우를 찾으므로써 씨디의 변화를 알수 있다.

제1(a)도는 현재의 제조공정에서 형성된층(이하 "현재층"이라 칭함)에 형성된 패턴들의 씨디의 변화가 없는 경우를 나타낸 예시도로서, 도면에서 하단 직사각형(11)과 상단 직사각형(12)의 한 세로변이 "0"이라고 표시된 일직선상에 놓여 있으며, 이는 씨디의 변화가 없음을 나타낸다.

제1(b)도는 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 감소했을때의 형상을 나타낸 예시도로서, 상기 제1(a)도의 직사각형들이 각각 사변에서 $0.1\mu\text{m}$ 씩 감소하여 결국은 가로변과 세로변이 각각 $0.2\mu\text{m}$ 씩 감소한 형상을 나타내게 되며, 도면에서 하단 직사각형(13')과 상단의 직사각형(14')의 한 세로변이 "2"라고 표시된 곳에서 일직선상에 놓이게 되기 때문에 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 감소했음을 나타낸다.

상기와 같은 방법으로 살펴보면, 도시된 제1(c)도와 제1(d)도는 현재층에 형성된 패턴들의 씨디변화가 각각 $0.3\mu\text{m}$ 감소하고, $0.1\mu\text{m}$ 증가한 것을 나타내고 있음을 쉽게 알수 있다.

따라서 상기 제1도와 같은 씨디바아를 사용하게 되면 $0.1\mu\text{m}$ 단위로 씨디변화를 목적할수 있으나 상단 사각형의 세로변과 하단 사각형의 세로변이 일직선상에 놓였는가를 확실히 판단할수 있는 기준선이 없기 때문에 목적의 오차가 상당히 있을 수 있었다.

또한 이런점을 보완하기 위하여 제1(a)도에 도시한 바와같이 중심선 부근의 형상을 점선과 같이 개조하여 상단 사각형의 세로변과 하단 사각형의 세로변이 일직선상에 놓일대 해당 사각형들의 꼭지점이 서로 만나게 할수는 있으나, 반도체 장치 제조공정시 사진식각 기술자체의 문제로 꼭지점의 각이 예리하게 유지되지 않고 두꼭지점 사이에 예칭이 되지 않는 소정의 부분이 형성되므로 효과를 얻기 어려운 점이 있었다.

제2도는 종래의 Murray Dagger라고 불리우는 씨디바아로서, 계단의 높이가 $0.1\mu\text{m}$ 씩 증가하는 계단형의 패턴을 형성하여 현재층에 형성된 패턴들의 씨디변화가 $0.1\mu\text{m}$ 씩 감소할때마다 계단이 하나씩 제거되도록 하며, 측면에는 씨디바아의 씨디의 변화를 알수 있도록 기호나 숫자를 표시하여 씨디바아의 뾰족한 쪽의 끝이 지시하는 숫자 또는 기호를 읽음으로써 씨디의 감소분을 측정할수 있게 했다.

따라서 제2(a)도는 씨디의 감소분이 $0.1\mu\text{m}$ 이내인 경우이고, 제2(b)도는 씨디의 감소분이 $0.1\sim 0.2\mu\text{m}$ 사이인 경우이며, 제2(c)도는 씨디의 감소분이 $0.3\sim 0.4\mu\text{m}$ 사이인 경우를 나타내고 있으며 제2(d)도를 씨디가 증가한 경우를 나타낸다.

상기와 같은 Murray Dagger 씨디바아는 씨디가 감소하는 경우에는 목적용 용이하나 제2(d)도와 같이 씨디가 증가할때는 씨디바아의 폭만이 증가하고 길이에는 변화가 없으므로 씨디가 증가하는 경우에 있어서는 목적용 불가능했다.

또한 상기의 씨디바아는 계단이 소멸하는 것을 이용하여 씨디를 측정하기 때문에 통상적으로 설계시의 최소 CD변화량인 $0.1\mu\text{m}$ 까지 계단층의 형상을 정확히 형성할수 있어야 한다.

그러나 현재 널리 사용되고 있는 사진식각 기술(Photolithographic technology)에서 $0.5\mu\text{m}$ 이하의 폭을 가지는 정밀한 포토마스트 패턴 형성이 곤란하기 때문에 상기 씨디바의 끝이되는 $0.1\mu\text{m}$ 폭의 계단을 형성하는 것이 곤란하다. 그러므로 상기의 씨디바아는 현재층에 형성되는 패턴의 씨디변화가 $0.5\mu\text{m}$ 이하인 반도체 장치 제조시나 또는 씨디가 증가하는 경우에는 사용할수 없는 문제점이 있었다.

따라서 본 발명의 목적은 씨디의 변화가 증가 또는 감소하는 경우에도 씨디변화량의 목적용 용이한 목적용 씨디바아를 제공함에 있다.

본 발명의 또다른 목적은 설계시의 최소 씨디변화량까지 씨디변화 측정이 가능함과 동시에 씨디바아 패턴의 형성이 용이한 목적용 씨디바아를 제공함에 있다.

상기와 같은 본 발명의 목적을 달성하기 위하여 현재의 반도체 장치 제조공정중 반도체 기판상에 형성된 현재층의 패턴들의 씨디변화를 목적용하기 위한 본 발명에 따른 테스트 패턴은 상기 현재층 하부의 소정층에 형성된 기준 패턴과, 상기 기준 패턴의 한 모서리가 되며 일직선상에 있는 기준라인과, 상기 기준라인에 평행하고 모서리가 되는 다수의 지시계단선분들을 가지고 있으며 상기 선분들의 연장선들은 서로 동일간격으로 이격되어 현재층에 형성되고 상기 선분들중 하나가 상기 기준라인상에 있도록된 계단형상의 제1패턴과, 상기 기준라인에 평행하고 모서리가 되는 다수의 지시계단선분들을

가지고 있으며 이 지시계단선분들의 각각은 상기 제1패턴의 각각의 선분들의 연장선상에 있고 상기 제1패턴과 이격하여 상기 현재층에 형성된 계단 형상의 제2패턴으로 구성함을 특징으로 한다.

또한 상기와 같은 본 발명에 따른 테스트 패턴의 지시계단선분에 인접한 현재층에는 씨디 증가 또는 감소 변화량을 측정하기 위한 씨디값 또는 기호가 배치된다.

이하 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다.

제3도를 참조하면 전의 제조 공정중 반도체 기판상에 형성된층(이하 "기판층"이라 칭함)에 형성된 기준패턴(23)은 이 패턴의 한 모서리가 되는 수직의 기준라인(20)을 가지고 있다. 현재의 제조공정중 형성된층, 즉 현재층에 형성된 한쌍의 씨디바아(60)과 (61)은 각각 Murray Daggers의 씨디바아의 형상과 유사하지만 하부계단들(64)와 (66)의 각각의 폭은 현재의 사진식각 기술이 용이하게 적용될 수 있도록 Murray Daggers의 형상의 끝단의 폭보다 넓다. 본 발명에 따른 보다 나은 실시예로는 현재층의 하부 계단들(64)와 (66)의 각 폭은 적어도 $0.5\mu\text{m}$ 이상이 바람직하다. 상부 씨디바아(21)와 하부 씨디바아(22)는 각각 이들의 수직 모서리들이 되는 다수의 지시계단선분들(71)을 가지고 있다. 또한 상부 씨디바아(21)의 각각의 지시계단선분들의 연장선상에 상기 하부 씨디바아(22)의 각각의 지시계단선분들이 놓여 있고 상기 연장선들은 서로 동일한 간격 즉 설계시의 최소 씨디변화량($0.1\mu\text{m}$ 이하 가정함)만큼 수평방향으로 이격되어 있으며 또한 상기 기준라인(20)에 평행하다. 또한 상기 기준라인(20)은 상기 상부 씨디바아(21)와 하부 씨디바아(22)의 각각의 하부 계단과 상부 계단의 지시계단선분들 사이에 이들과 평행하게 배치된다. 또한 상부와 하부의 씨디바아(21)과 (22)는 소정점에 대하여 대칭이 되도록 배치가 된다. 각 지시계단선분에 인접하여 현재층에 형성된 패턴들의 씨디변화를 나타낼수 있는 일련의 씨디바아값들이 형성 배치되 있다.

현재층에 형성된 패턴들이 포토레지스트의 현상 또는 사진식각 기술에 의해 양각된 패턴이라 가정하면 상부 씨디바아(21)는 양의 씨디바아값을 지시하고 하부 씨디바아(22)는 음의 씨디바아 값을 지시할 것이다.

기판층에 형성된 기준패턴(23)과 현재층에 형성된 씨디바아(60)과 (61)은 모두 반도체 기판상의 스크라이빙 영역 또는 전기적 소자들의 패턴영역으로 사용되지 않는 영역에 형성될 수 있음을 유의해야 한다.

또한 제3도는 기판층과 현재층의 패턴형성시 마스크 정렬 오차(mask alignment shift)가 없고 기판층의 패턴들의 씨디변화가 없으며 현재층의 패턴의 씨디변화가 있는 경우의 실시예이다.

제3(a)도는 현재층에 형성된 패턴들의 씨디변화가 없는 경우를 나타낸 도면으로서, 상부 씨디바아(21)는 기판층에 형성된 기준패턴(23)의 기준라인(20)과 씨디바아값 "0"에 대응하는 지시계단선분과 만나고 하부 씨디바아(22)도 상기 기준라인(20)과 씨디바아값 "0"에 대응하는 지시계단선분과 만나므로 상기 두 씨디바아값의 차는 0이 된다. 그러므로 현재층에 형성된 패턴들의 씨디의 변화가 없음을 알수 있다.

제3(b)도는 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 증가한 경우로써, 상부 씨디바아(24)는 기판층의 기준라인(20)과 씨디바아값 "1"에 대응하는 지시계단선분과 만나고 하부 씨디바아(25)는 기판층의 기준라인(20)과 씨디바아값 "-1"에 대응하는 지시계단선분과 만나기 때문에 상기 두 씨디바아값을 빼면 "2"가 되므로 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 증가했음을 알수 있다.

제3(c)도는 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 감소한 경우로써, 상부 씨디바아(26)는 기판층의 기준라인(20)과 씨디바아값 "-1"에 대응하는 지시계단선분과 만나고 하부 씨디바아(27)는 기판층의 기준라인(20)과 씨디바아값 "1"에 대응하는 지시계단선분과 만나기 때문에 상기 두 씨디바아값들의 차이는 "-2"가 된다. 그러므로 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 감소했음을 알수 있다.

제3(d)도는 상부 씨디바아(28)는 기판층의 기준라인(20)과 씨디바아값 "-3"에 대응하는 지시계단선분과 만나고 하부 씨디바아(29)는 기판층의 기준라인(20)과 씨디바아값 "3"에 대응하는 지시계단선분과 만나기 때문에 현재층에 형성된 패턴들의 씨디가 $0.6\mu\text{m}$ 만큼 감소했음을 알수 있다.

제4도는 본 발명의 씨디바아 중에서 기판층과 현재층의 마스크 패턴형성시 마스크 정렬 오차가 없고 현재층에 형성된 패턴들의 씨디도 변화가 없으며 기판층에 형성된 패턴들의 씨디만 변화하는 경우의 실시예이다.

제4(a)도는 기판층의 기준패턴(33)이 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 증가한 경우로써, 상부 씨디바아(30)는 기판층의 기준라인(31)과 씨디바아값 "-1"에서 만나고 하부 씨디바아(32)는 기판층의 기준라인(31)과 씨디바아값 "-1"에서 만나므로 상기 두 씨디바아값의 는 "0"이 된다. 그러므로 현재층에 형성된 패턴들의 씨디의 변화가 없음을 알수 있다.

제4(b)도는 기판층에 형성된 패턴들의 씨디변화가 없는 경우로써, 제3(a)도와 같이 상부 씨디바아(30)와 하부 씨디바아(32)가 기준패턴(35)의 기준라인(34)과 각각 "0"에서 만나므로 현재층 패턴들의 씨디의 변화가 없음을 알수 있다.

제4(c)도는 기판층 패턴들의 씨디가 $0.2\mu\text{m}$ 만큼 감소한 경우로써, 상부 씨디바아(30)는 기준패턴(36)의 기준라인(37)과 씨디바아값 "1"에서 만나고 하부 씨디바아(32)는 기판층의 기준라인(37)과 씨디바아값 "1"에서 만나므로 상기 두 값의 차는 "0"가 된다. 그러므로 현재층 씨디의 변화가 없음을 알수 있다.

제4(d)도는 기판층 패턴들의 씨디가 $0.4\mu\text{m}$ 만큼 감소한 경우로써, 기준패턴(38)의 기준라인(39)과 만나는 상부 씨디바아(30)의 씨디바아값에서 하부 씨디바아(32)의 씨디바아값을 빼면 "0"가 되므로 역시 현재층 씨디의 변화가 없다는 것을 알수 있다.

상기 제4(a)-제4(d)도에서 알수 있는 바와같이 기판층 패턴들의 씨디가 변화하여 기판층의 기준선이

이동했음에도 불구하고 각 경우에서 상부 씨디바아값에서 하부 씨디바아값을 뺀값이 "0"로 동일하게 나타나므로 관측자가 기관층 패턴들의 씨디변화량을 알지 못할 경우에도 상부 씨디바아값과 하부 씨디바아값만을 읽어서 현재층 패턴의 씨디변화량을 용이하게 측정할수 있음을 알수 있다.

제5도는 본 발명의 씨디바아중 현재층 패턴들과 기관패턴들의 씨디는 변화가 없고 기관층 패턴과 현재층 패턴형성시 마스크 정렬 오차만 있는 경우의 실시예이다.

제5(a)도는 기관층 마스크 패턴(40)이 우측으로 $0.1\mu\text{m}$ 이동하거나 또는 현재층 마스크 패턴(80)(81)이 좌측으로 $0.1\mu\text{m}$ 이동하여 정렬 오차가 생긴 경우로서, 상부 씨디바아(41)와 하부 씨디바아(42)는 기준라인(43)과 씨디바아값 "-1", "1"에서 만나고 이 두값의 차는 0이 되므로 현재층 패턴의 씨디변화는 없음을 알수 있다.

제5(b)도는 기관층 마스크 패턴(40)과 현재층 마스크 패턴(80)(81)이 동시에 동일방향으로 동일값만큼 이동하여 기관층 패턴과 현재층 패턴의 정렬 오차가 없는 경우로써, 기관층의 기준라인(43)과 만나는 상부 씨디바아(44)의 씨디바아값과 하부 씨디바아(45)의 씨디바아값은 모두 "0"이 되고 이 두값의 차는 "0"이므로 현재층 패턴의 씨디변화가 없음을 알수 있다.

제5(c)도는 정렬 오차가 우측으로 $0.1\mu\text{m}$ 만큼 생긴 경우로서 상부 및 하부 씨디바아(46)(47)의 값은 모두 -1이며 제5(d)도는 마스크 정렬 오차가 우측으로 $0.3\mu\text{m}$ 만큼 생긴 경우로서 상부 및 하부 씨디바아(48)(49)의 값은 모두 절대값이 -3이다. 따라서 위의 두 경우에서 상부 씨디바아의 값에서 하부 씨디바아의 값을 뺀값은 모두 정렬 오차가 없는 경우와 동일한 값인 "0"이 된다. 그러므로 기관층과 현재층간의 마스크 정렬 오차에 무관하게 현재층 패턴의 씨디를 측정할수 있음을 알수 있다.

상기와 같은 본 발명에서 현재층의 씨디변화량은(상부 씨디바아의 씨디바아 값)-(씨디바아의 씨디바아의 값) \times (설계시의 최소 CD변화량)이며 상기 계산된 씨디변화량의 부호가 음일때에는 현재층 패턴의 씨디는 감소한 것을 나타내고 만약 양일때에는 현재층 패턴의 씨디가 증가했음을 나타낸다. 이 경우는 현재층 패턴이 양각된 경우를 나타낸다. 그러나 현재층 패턴이 음각된 경우에는 감소와 증가만을 반대로 하면 된다.

또한 반도체 소자의 제조과정중의 사진식각 기술은 인접패턴들과의 간격과 패턴들의 밀도에 따라 씨디변화량의 약간씩 변하는 특징이 있으므로 이를 보완하기 위해서 상술한 씨디바아는 인접한 동일층의 패턴들과 소정의 간격을 유지하여 주는 것이 바람직하다.

전술한 바와같이 본 발명에 따른 상부 씨디바아와 하부 씨디바아는 서로 소정점에 대하여 점 대칭인 경우를 실시예로 설명하였지만 상부 씨디바아와 하부 씨디바아가 소정 직선에 대해 선 대칭인 경우에도 마찬가지로 이 분야의 통상의 지식을 가진자는 용이하게 이해할수 있을 것이다. 또한 하부 씨디바아가 상부 씨디바아를 평행 이동한 관계에 있을 경우에는 하부 씨디바아의 씨디바아값의 부호만 반대로 하면된다.

따라서 본 발명은 기관층의 씨디가 변하거나 기관층과 현재층의 정렬 오차가 있어도 씨디변화량의 목록이 용이하며 씨디바아 패턴의 용이한 이점이 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

현재의 반도체 장치 제조과정중 반도체 기관상에 형성된 현재층의 패턴들의 크리티컬 디멘존 변화를 목적하기 위한 테스트 패턴에 있어서, 상기 현재층 하부의 소정 층에 형성된 기준패턴과, 상기 기준패턴의 한모서리가 되며 일직선상이 되는 기준라인과, 상기 기준라인에 평행하고 모서리가 되는 다수의 지시계단선분들을 가지고 있으며 상기 선분들의 연장선들은 서로 동일 간격으로 이격되어 현재층에 형성되고 상기 선분들중 하나가 상기 기준라인상에 있도록 된 계단 형상의 제1패턴과, 상기 기준라인에 평행하고 모서리가 되는 다수의 지시계단선분들을 가지고 있으며 이 지시계단선분들의 각각은 상기 제1패턴의 각각의 선분들의 연장선상에 상기 제1패턴과 이격하여 상기 현재층에 형성된 계단 형상의 제2패턴으로 구성함을 특징으로 하는 테스트 패턴.

청구항 2

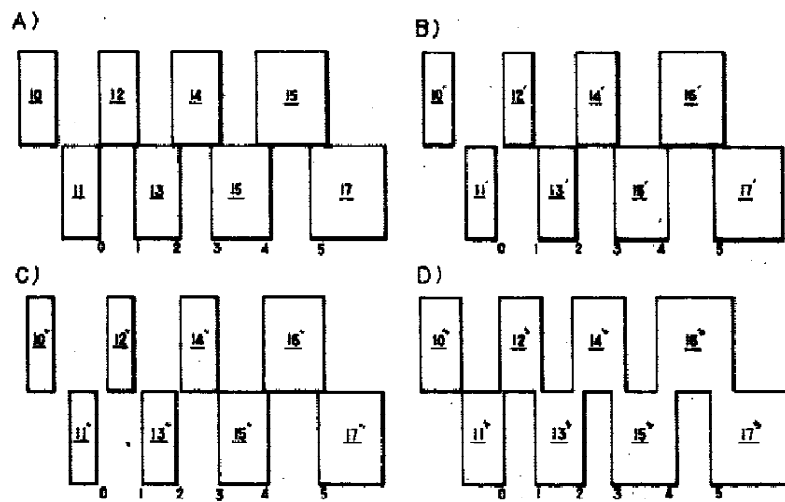
제1항에 있어서, 상기 제1패턴과 제2패턴의 지시계단선분에 대응하는 인접영역에 대응한 크리티컬 디멘존을 나타내는 부호 및 숫자가 인쇄됨을 특징으로 하는 테스트 패턴.

청구항 3

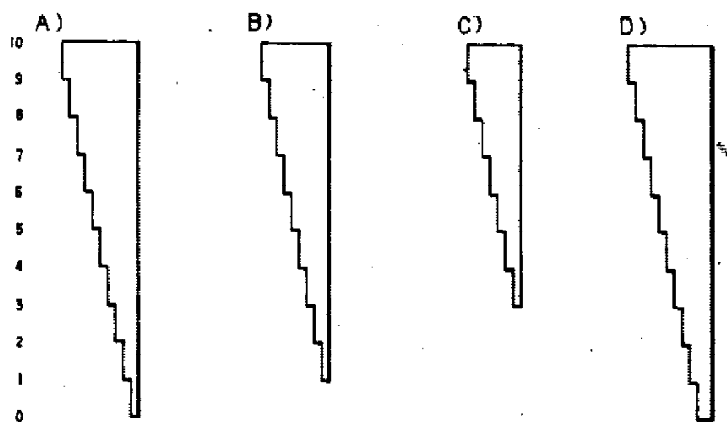
제1항에 있어서, 상기 제1패턴과 제2패턴의 각각이 직각 삼각형으로된 계단형상이며 하부계단의 높이가 적어도 $0.5\mu\text{m}$ 이상임을 특징으로 하는 테스트 패턴.

도면

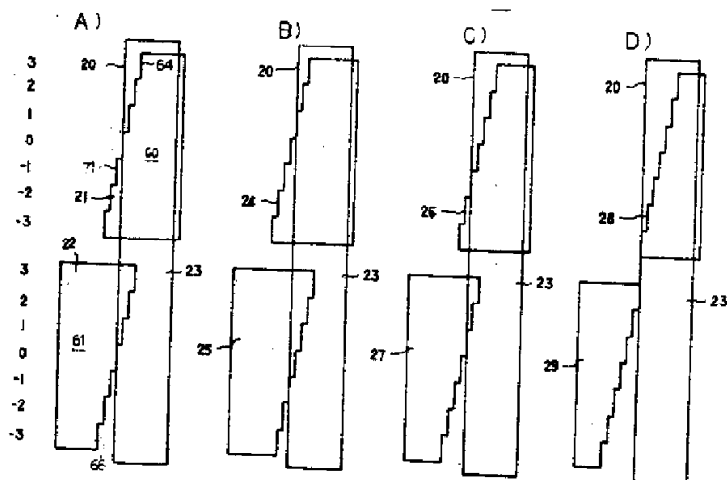
도면1



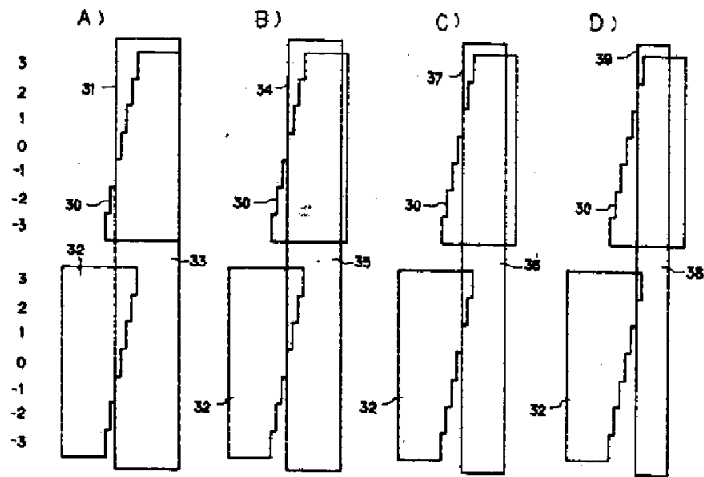
도면2



도면3



도면4



도면5

