

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
G01B 5/00

(45) 공고일자 1999년09월01일

(11) 등록번호 10-0218218

(24) 등록일자 1999년06월09일

(21) 출원번호	10-1996-0016531	(65) 공개번호	특1996-0042007
(22) 출원일자	1996년05월13일	(43) 공개일자	1996년12월19일
(30) 우선권주장	7-133863 1995년05월31일 일본(JP)		
(73) 특허권자	유겐가이샤 우시카다 쇼오카이 쿠보 아키오		
	일본국 토쿄도 오타쿠 치도리 2-12-7		
(72) 발명자	카지 카츠미		
	일본국 토쿄도 오오타쿠 치도리 2초메 12반 7고 (유겐가이샤 우시카다 쇼오카이 내)		
(74) 대리인	최인술		

심사관 : 이훈구

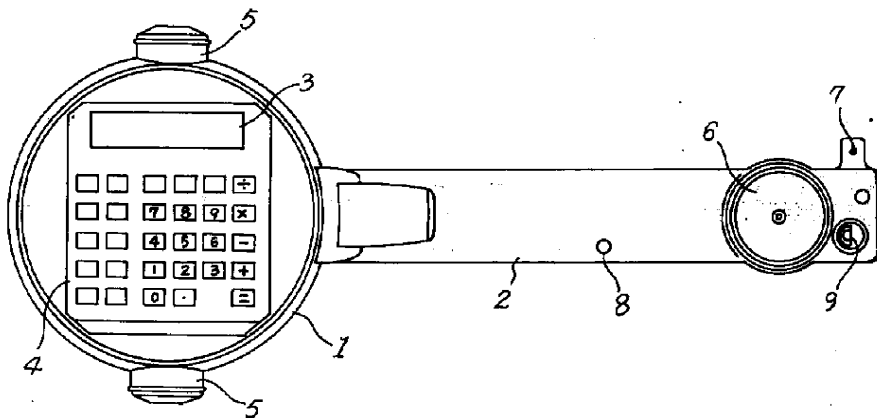
(54) 도형측정장치

요약

원호부분을 포함한 폐합도형에 있어서, 원호부분의 양단 및 중간점의 좌표측정만으로 원호부분의 면적등을 산출하는 도형측정장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

일직선방향으로 주행 가능한 물러(5)를 설치한 본체(1)와, 이 본체에 대하여 좌우방향의 수평면상에 회동가능하며 또 선단부에 트레이부(6) 및 포인트키(9)를 설치한 측간(2)으로 되는 도형측정장치로서, 측간에는 아크키(8)를 설치, 트레이스부(6)가 원호부분의 시점에서 포인트키(9) 중간점에서 아크키(8) 종점에서 포인트키(9)를 누름으로서, 원호부분의 면적등을 산출하게끔 구성한 것이다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

도형측정장치

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명의 도형측정장치의 일례의 평면도.

제2도는 직선윤곽의 도형의 도심측정의 설명도.

제3도는 종래의 직선윤곽의 도형의 도심산출의 설명도.

제4도는 종래의 곡선윤곽의 도형의 도심산출의 설명도.

제5도는 종래의 개량된 도심측정의 이론의 설명도.

제6도는 종래의 개량된 도심측정의 이론의 설명도.

제7도는 종래의 개량된 도심측정의 순서도.

제8도는 본 발명의 도심 또는 면적측정의 경우의 원호부분의 설명도.

제9도는 원호부분의 설명도로서,

제9(a)도는 소원호의 경우.

제9(b)도는 대원호의 경우.

제10도는 원호부분의 상세한 설명도로서,

제10(a)도는 소원호의 경우.

제10(b)도는 대원호의 경우.

제11도는 원호부분의 좌표상의 위치 설명도.

제12도는 원호부분을 다각형에 가산하는 설명도.

제13도는 본 발명의 장치의 도심 및 원호면적을 계산하는 일부분 순서도.

제14도는 본 발명의 장치의 도심 및 원호면적을 계산하는 일부분 순서도.

제15도는 본 발명의 장치의 도심 및 원호면적을 계산하는 일부분 순서도.

제16도는 본 발명의 장치의 도심 및 원호면적을 계산하는 일부분 순서도.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

1 : 본체

2 : 측간

3 : 표시장치

4 : 입력장치

5 : 롤러

6 : 트레이스부

7 : 마크침

8 : 아크키(제2의 좌표입력 수단)

9 : 포인트키(제1의 좌표입력 수단)

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 평면도형의 윤곽상에 따라 트레이스하는 것에 의해, 이 평면도형의 면적, 단면 일차모멘트, 길이등의 도형패러미터나 도심좌표등을 측정하는 도형측정장치에 관한 것이다.

종래, 제3도와 같은 직선도형의 경우는, 도심이 이미 알고 있는 3각형(abg, bgf, bfh)이나 정방형을 포함한 장방형(cdeh)으로 분할하여, 각각의 면적과 도심에서 개개로 단면 일차모멘트를 계산하고 그것을 합산하여 전기 직선도형(agfedchba)의 면적으로 나누어 도심을 구하고 있었다.

또 제4도와 같은 곡선윤곽의 도형의 경우는, 도형을 근사적으로 다수의 3각형으로 분할하여 상술한 방법에 의해 도심을 구하는 방법밖에 없었다.

그러나 제3도와 같은 직선도형의 경우는 정확한 도심은 산출할 수 있으나, 변수가 증가함에 따라 계산의 작업량도 증가하고 긴 시간이 필요하다.

또, 제4도의 경우는 본래 근사적인 방법이므로, 정확을 기대하는 것은 곤란함과 동시에, 정확치에 근접시키기 위해서는 분할을 세분화 할 필요가 있으며, 실제로 수작업으로서는 불가능하다.

이러한 문제들을 해결하기 위해서, 본 출원인은 이전에 개량한 장치로서, 특원평4-208013호를 제안하였다.

이것은 일직선방향으로 주행 가능한 롤러(5)를 설치한 본체(1)와 이 본체(1)의 주행방향에 대하여 수평면상에서 좌우방향으로 회동 가능하게 본체(1)의 의지되어, 또 선단측에 트레이스부(6) 및 이 트레이스부(6)의 현재 좌표치를 입력하는 포인트키(9)를 구비한 측간(2)를 설치한 도형측정장치에 있어서, 본체(1)에는 표시장치(3)와 입력장치(4) 및 계산수단을 설정하고, 측간(2)의 트레이스부(6)로 좌표, 면적, 길이등을 추적하여 측정하는 조작과 동시에 계산수단이 도심계산에 필요한 단면 일차모멘트를 순차로 계산하여, 최후로 대상도형의 면적으로 합계의 단면 일차모멘트를 나누어 도심좌표를 산출하고, 트레이스부(6)에 근접한 마크침(7)의 현재 위치의 좌표와 도심좌표와의 차를 표시장치(3)가 표시하고, 이 표시가 0이 되게끔 마크침(7)을 이동하므로써, 마크침(7)이 도심좌표에 위치되게끔 구성한 도심좌표 측정장치이다.

이 종래의 개량된 장치로 사용된 이론을 제5도, 제6도의 도형을 예로 들어 설명하므로, x축에 대하는 단면 일차모멘트  $M_x$ 는

$$M_x = \iint_D y dx dy \quad \text{영역 } D : y = f(x)$$

으로 표시된다.

도심의 y좌표는 영역 D의 면적 A로 나누어

$$y = \frac{\iint_D y dx dy}{A}$$

같이 도심의 x좌표는

$$x = \frac{\iint_D x dx dy}{A}$$

로 정의되어 있다.

여기서 단면 일차모멘트  $M_x$ 는

$$M_x = \iint_{D+E} y dx dy - \iint_E y dx dy = \iint_D y dx dy$$

로 표시할 수 있다.

여기서 영역 D와 영역 E의 화집합은 0이다.

이것은 직접적으로 영역 D의 단면일차모멘트를 구하지 않아도, 큰 영역(D+E)의 단면 일차모멘트에서 작은 영역 E의 단면 일차모멘트를 감하면 차가 영역 D의 단면 일차모멘트로 되는 것을 의미하고 있다.

영역 D의 윤곽선을 따라 이동하면 그 윤곽선과 x축과의 사이에 형성된 영역의 단면 일차모멘트를 구하기로 하면, 영역 D의 상측의 윤곽선을 따라 이동하므로써, 영역 (D+E)의 단면 일차모멘트가 구하여지며, 영역 D의 하측의 윤곽선을 따라 이동하므로써, 영역 E의 단면 일차모멘트가 구하여진다.

이 경우 상측과 하측의 윤곽선의 이동방향이 반대로 되므로, 구하여진 단면 일차모멘트의 부호가 역으로 되며, 따라서 영역 D의 윤곽선을 일주하므로써, 얻어지는 단면 일차모멘트를 가산하므로써, 영역 E의 단면 일차모멘트가 상쇄되어 영역 D만의 단면 일차모멘트가 구하여지게 된다.

상기 이론에 기초한 도심좌표 측정장치의 계산수단에 의한 구체적인 처리를 표시한 순서도를 제7도에 표시한다.

트레이스부(6)가 도형의 대상점  $P_n$ 에 도달하여 최초로 포인트키(9)가 눌린때부터 시작(단계10)하여, 단계 12에서 그 정점  $X_n, Y_n$ 좌표가 측정되어 계산수단에 입력된다.

계속하여 그 정점이 최후의 정점인가 아닌가를 판정한다. (단계14)

최후의 정점인 경우에는 측정도형은 닫혀있으므로 최초의 좌표와 일치하고 있어, 그러므로 단계 15에서  $P_n=P_1$ 로 하고, 단계 18로 나아간다.

역으로 단계 14에서 최후의 정점이 아닌 경우에는 단계 16에서 그 정점이 제1점이나 아니냐를 판정한다.

제1점인 경우에는 단계 17에서  $P_{n-1}=P_1$ 로 놓은 후, 단계12로 되돌아가서, 다음의 정점  $P_n$ 의 입력을 기다린다.

단계16에서 그 정점이 제1점이 아닌 경우는 단계 18로 나아간다.

단계 18에는 2개의 연속하는 정점 x축에 평행한 2선 및 y축에 의해 포위된 면적요소의 면적  $F_n$ 과, 2개의 연속되는 정점에 의해 결정되는 요소의 단면 일차모멘트  $My_n, Mx_n$ 을 계산하여,  $F_n$ 자신,  $My_n, Mx_n$ 자신에 가산하므로써, 그 면적요소와 단면 일차모멘트의 각각의 계산을 산출한다.

다시 정점이 최후의 정점이나 어떠한, 즉 도형을 일주하였는지 어떤지를 판단하여 (단계20), 최후의 정점이 아닌 경우는,  $P_{n-1}=P_n$ 으로 놓고(단계19), 다시 단계12로 되돌아가서 단계20까지를 되풀이하며, 최후의 정점인 경우에는 단계 22에서 정점의 이동방향이 우회전이나, 좌회전이나를 판정한 후, 좌회전인 경우에는 전기 단면 일차모멘트  $Mx_n, My_n$ 의 부호를 반전시키고(단계23), 우회전인 경우에는 면적  $F_n$ 의 부호를 반전하여 (단계24), 단계26에서 구하여진 전 면적으로 합계의 단면 일차모멘트를 나누어 도심좌표를 산출하여 단계28에서 종료한다.

다음 이 산출에 대하여 상세히 설명한다.

먼저 제2도의 n다각형에서 x축에의 단면 일차모멘트를 계산할 경우를 생각하면, 2개의 연속하는 정점  $P_1(x_1,$

$y_1), P_2(x_2, y_2)$ 에 의해 결정되는 요소인 대형(台形)  $P_1P_2x_2x_1$ 의 단면 일차모멘트  $My_1$ 은 2개의 3각형  $P_1P_2x_1,$   $P_2x_2x_1$ 로 분할하는 방법에 의해 구할 수 있으며, 그 결과는 다음식에서 부여된다.

$$My_1 = (x_2 - x_1)(y_2^2 + y_2y_1 + y_1^2)/6$$

같이, 제n번째의 변이 만드는 대형  $P_nP_{n+1}x_n+x_n$ 의 단면일차모멘트  $My_n$ 은,

$$My_n = (x_n - x_{n-1})(y_n^2 + y_ny_{n-1} + y_{n-1}^2)/6 \quad \dots (1)$$

이 된다. (단계18참조). 또 이 식은 우회전의 트레이스의 경우로 좌회전으로 트레이스할 경우는 부호는 반전한다.

또 같이 제n번째의 변이 만드는 대형의 y축의 단면 일차모멘트  $Mx_n$ 은,

$$Mx_n = (y_{n-1} - y_n)(x_n^2 + x_nx_{n-1} + x_{n-1}^2)/6 \quad \dots (2)$$

로 된다(단계 18참조) 또, 이 식은 우회전의 트레이스의 경우로 좌회전으로 트레이스할 경우는 부호는 반전한다.

또 식(1)(2)에서 점  $P_{n-1}(X_{n+1}, Y_{n+1})$ 는 점  $P_1(x_1, y_1)$ 에 합치하여, 도형은 폐합되어 있는 것으로 한다.

여기서 도형의 정점  $P_1, P_2, \dots, P_n, P_{n+1}$ 의 좌표를 순차로 트레이스하여,

$$My = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{6}\right)(x_i - x_{i-1})(y_i^2 + y_iy_{i-1} + y_{i-1}^2)$$

$$Mx = \sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{6}\right)(y_i - y_{i-1})(x_i^2 + x_ix_{i-1} + x_{i-1}^2)$$

를 계산하면, 제6도의 큰 편의 영역(D+E)부터 작은편의 영역 E의 단면 일차모멘트가 상쇄하여, 영역 D, 즉 대상도형의 단면 일차모멘트  $My, Mx$ 만이 구하여진다.

또, 대상도형의 면적 S는 다음의 계산식에서 구하는 것이 일반에 알려져 있다.

$$2F = \sum_{i=1}^n (x_{i-1} + x_i)(y_i - y_{i-1})$$

$$S = \frac{|F|}{2}$$

좌회전으로 트레이스하면  $F > 0$

우회전으로 트레이스하면  $F < 0$

( $|F| = F$  의 절대치)

따라서 F의 부호를 조사하는 것으로서, 어느 회전으로 도형을 트레이스하였는가를 판단할수가 있으며, 트레이스의 회전방향을 한정할 필요는 없다.

이리하여 단면 일차모멘트  $My_n, Mx_n$ 을 n다각형의 면적  $F_n$ 으로 나누면 도심 x좌표와 도심 y좌표가 구하여진다 (단계 26참조)

그러나 제2도, 제3도와 같은 직선도형의 경우는 각 정점의 좌표를 측정할 뿐이며, 전체의 도형의 도심을 산출하는 것은 가능하나, 일부에 원호상의 변이 있는 도형에서는 적어도 그 원호상의 부분은 정확히 덧 그리지 않으면 안된다는 문제가 있다.

본 발명은 상술한 원호부분도 원호상의 양단 및 중간 3점의 좌표측 정만으로서 원호에 따라 도형을 정확히 산출하는 장치를 제공하는 것을 과제로 한다.

상술한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명중 청구항 1기재의 발명의 의하면 일직선방향으로 주행 가능한 롤러를 설치한 본체와, 이 본체의 주행방향에 대하여 수평면상에서 좌우방향으로 회동가능하게 본체에 의지되며, 또 선단측에 트레이스부를 구비한 측간과, 도형의 윤곽상의 점상에 위치되게한 전기 트레이스부의 현재위치의 좌표치를 순차로 입력하기 위한 제1의 좌표입력수단과 전기 제1의 좌표입력수단으로부터 순차로 입력되는 좌표치를 이용하여 측정도형의 도형 패러미터를 순차로 산출함과 동시에 그 도형 패러미터의 합계를 산출하는 계산수단을 설치한 도형측정장치에 있어서, 도형의 원호부분의 윤곽상의 임의의 중간점에 위치되게한 전기 트레이스부의 현재 위치의 좌표치를 입력하기 위한 제2의 좌표입력수단을 다시 구비하며, 전기 계산수단은 전기 제2의 좌표입

력수단에 의해 입력되는 중간점과 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 입력되는 원호부분의 양단점의 3점의 좌표부터 그 원호부분에 관한 도형패러미터를 산출함과 동시에, 전기 제1의 좌표입력수단으로부터 순차로 입력되는 좌표치를 이용하여 산출한 측정도형의 도형패러미터에 전기 원호부분에 관한 도형 패러미터를 가산 또는 감산하는 것을 특징으로 한다.

본 발명중의 청구항 2기재의 발명은 청구항 1기재의 것에 있어서, 전기 측정도형의 도형패러미터는 면적 및 단면 일차모멘트이며, 전기 계산 수단은 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성되는 요소의 면적 및 단면 일차모멘트를 산출하여, 최후에 측정도형의 합계의 면적으로 합계의 단면 일차모멘트를 나누어 도심좌표를 산출함과 동시에, 전기 제1의 좌표입력수단, 제2의 좌표입력수단 및 제1의 좌표입력수단의 순으로 좌표가 입력된 경우에 입력된 3점의 시점 및 중점을 양단으로 하여, 중간점을 통과하는 원호부분의 면적 및 단면 일차모멘트를 산출하여, 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성되는 요소의 면적 및 단면 일차모멘트에 원호부분의 면적 및 단면일차모멘트를 각각 가산 또는 감산하는 것을 특징으로 한다.

또, 청구항 3 기재의 발명은 청구항 2기재의 것에 있어서, 전기 계산수단은 도형의 윤곽상의 점을 측정하는 이동방향과 원호부분의 전기 3점의 측정점의 이동방향이 동일 방향의 경우에는 전기 3점에서 규정되는 원호부분의 면적을 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성되는 요소의 면적에 가산하여, 역 방향의 경우는 전기 3점에서 규정된 원호부분의 면적을 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성되는 요소의 면적부터 감산하는 것을 특징으로 한다.

또, 청구항 4기재의 발명은 청구항 1-3항의 어느쪽인가에 기재된 것에 있어서, 전기 측간은 전기 트레이스부의 근방에 설치한 마크침을 구비하고, 전기 도형측정장치는 다시 마크침의 현재 위치의 좌표와 전기 계산수단에 의해 산출된 도심좌표와의 차를 표시하는 표시장치를 설치하는 것을 특징으로 한다.

실제의 도면에서는 영역이 함수로 표시되는 것이 거의 없음으로 본 발명에 의한 장치에 의해 도형의 윤곽선을 따라 트레이스부를 이동시키면 그 도형윤곽을 미소구간으로 구분하며 각 점의 좌표치를 입력해 가며, 순차로 단면 일차모멘트 및 면적을 계산하여 전체의 단면 일차모멘트 및 전면적을 구한다.

도형측정 종료 시점에서 단면 일차모멘트의 합계치를 도형의 전면적으로 나누어 도심을 계산하는 것이다.

이 경우 원호부분에 대해서는 원호의 양단과 중간점의 좌표를 입력하는 것에 의해 원호부분의 면적 또는 단면 일차모멘트를 자동적으로 산하여 전체 도형에 가산 또는 감산한다.

그러므로 원호부분에 대하여는 도형의 윤곽선을 더그릴 필요는 없으며, 원호부분의 시점, 중점 및 그 중간점의 좌표의 측정만으로 계산수단이 원호부분의 면적등의 도형 패러미터를 계산할 수 있다.

또 도형본체의 각 측정점의 이동 방향과 원호부분의 3점의 이동방향이 동일 방향의 경우에는 원호부분을 직선으로 묶은 다각형의 면적에 가산하며 역 방향의 경우에는 감산하므로써, 정확한 전 면적이 구하여진다.

도심의 산출도 간략화 할 수 있다.

제1도는 본 발명의 도형측정장치의 평면도로서, 종래의 개량된 도심 또는 도형측정장치와 거의 같으며, 일직선 방향으로 주행 가능한 롤러(5)를 설치한 본체(1)와, 이 본체(1)의 주행방향에 대하여 수평면상에서 좌우방향으로 회동가능하게 본체(1)에 의지되며, 또 선단측에 트레이스부(6) 및 이트레이스부(6)의 현재의 좌표치를 입력하는 포인트키(9)(제1의 좌표입력 수단)를 구비한 측간(2)을 설치, 또 본체(1)에는 표장치(3)와 입력장치(4) 및 계산수단을 설치, 측간(2)의 트레이스부(6)로 좌표, 면적, 길이등을 추적하여 측정하는 조작과 동시에 계산수단이 도심계산에 필요한 단면 일차모멘트를 순차로 계산하여, 최후에 대상 도형의 면적으로 합계의 단면 일차모멘트를 나누어 도심좌표를 산출하고, 트레이스부(6)에 근접한 마크침(7)의 현재 위치의 좌표와 도심좌표의 차를 표시장치(3)가 표시하고, 이 표시가 0이 되게끔 마크침(7)을 이동하므로써, 마크침(7)이 도심좌표에 위치하게끔 구성한 것이다.

더우기, 본 발명의 도형측정장치는 측간(2)의 일부에 아크키(8)(제2의 좌표입력수단)를 설치, 연속한 3점에서 포인트키(9) 아크키(8) 및 포인트키(9)를 순서대로 누름으로서, 이 3점을 통과하는 원호에 따라 도형의 도심을 산출하게끔 구성한 것이다.

제7도에 표시한 순서도에 의한 측정은 n다각형의 경우에는 정확히 도심을 구할 수 있으나, n개의 변 중에 적어도 일변에 원호부분이 존재하면 구하여진 것은 부정확해 진다.

그래서 본 발명은 장치의 계산수단은 이러한 경우에도 정확하게 구할수 있는, 이하의 순서도에 따라 처리를 실시한다.

제13도부터 제16도까지는 일부 내지 전부가 원호윤곽으로 이루어진 도형의 도심좌표(TGx, TGy)도 정확히 산출하는 계산수단의 처리를 기술한 순서도이다.

이 순서도는 시작부터 끝까지가 방대함으로 제13도부터 제16도까지로 분할하고 있으며, 각 도에 있어 ▽ 기호의 1-5는 상호의 연결을 표시하고 있다.

제13도의 표시와 같이 트레이스부(6)가 도형윤곽의 대상 정점  $P_n$ 에 도달하여 최초로 포인트키(9)를 눌렀을 때부터 시작(단계 30)하여 단계 32에서 그 정점의  $X_n$ ,  $Y_n$ 좌표가 측정되어 계산수단에 입력된다.

계속하여 그 정점이 최후의 정점인가 어떤가를 판정한다. (단계 34) 최후의 정점인 경우에는 측정도형은 닫혀 있으므로써, 최초의 좌표와 일치하고 있으며, 그래서 단계 35에서  $P_n=P_1$ 로 놓으며, 단계 40으로 진행한다.

역으로 단계 34에서 최후의 정점이 아닌 경우에는 단계 36에서 그 정점이 제1점인가 아닌가를 판정한다.

제1점인 경우에는 단계 37에서  $P_{n-1}=P_1$ 로 놓은 후, 단계 32로 되돌아가서 다음 정점  $P_n$ 의 입력을 기다린다.

단계 36에서 그 정점이 제1점이 아닌 경우는 단계 38에서 점  $P_n$ 이 원호상의 점인가 어떤가를 판단한다.

이 판정은 아크키(8)가 눌러서 입력된 좌표가 어떤가를 판단한다.

단계 38에서 그 점이 원호상의 점인 경우에는 단계 39에서  $X_a=X_n$ ,  $Y_a=Y_n$ 으로 놓고 단계 32로 되돌아가서 다음 정점  $P_n$ 의 입력을 기다린다.

단계 38에서 원호상의 점이 아닌 경우는 단계 40으로 진행, 2개의 연속하는 정점, X축에 평행한 2선 및 Y축에 의해 포위된 면적요소의 면적  $F_n$ 과 2개의 연속하는 정점에 의해 결정되는 요소의 X축 전모멘트 TX, Y축 전모멘트 TY를 계산하여  $F_n$ 자신, TY, TX자신에 가산한다.

다음 제14도의 표시와 같이 단계 42에서 앞의 점이 원호상의 점이었는가 어떤가를 판정하여 예스의 경우는 단계 44로 진행한다.

단계 44에서는 그 원호의 중간점(원호점( $X_a$ ,  $Y_a$ ))과 양단점( $X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1}$ ), ( $X_n$ ,  $Y_n$ )의 연속 3점의 좌표를 이용하여 원호의 속성반경  $r$ , 원호의 중심점  $P_c(X_c$ ,  $Y_c$ ) 원호의 중심각  $\theta$ , 원호면적  $A_{arc}$ 등을 계산하여, 다음 단계 46에서 원중심  $P_c$ 에서 원호의 도심  $P_g$ 까지의 거리  $D_g$  원호트레이스의 회전판별식  $D_a$ , 원호의 현의 길이  $L_a$ 를 계산한다.

제15도에 표시되는 단계 48에서  $D_a$ 에 의해 측정의 원호윤곽상의 회전방향(우/좌회전)을 판별하으로서,  $D_g/L_a(Y_n-Y_{n-1})$ 와  $D_g/L_a(X_n-X_{n-1})$ 와의 가감산을 결정하여, 원호의 도심  $P_g(X_g, Y_g)$ 를 구한후, (단계49, 단계 50) 단계 52에서 원호부분의 단면 일차모멘트 요소  $M_x$ ,  $M_y$  를 계산한다.

다음 단계 54에서 다시  $D_a$ 의 정부에 의해 측정의 원호윤곽상의 회전방향(우/좌회전)을 판별하여  $A_{arc}$ ,  $M_x$ ,  $M_y$ 의 가감산을 결정한후(단계 55, 56), 제16도에 표시와 같이 단계 58에서  $A_{arc}$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  를 면적 요소의 면적 누계치  $F_n$  X축 전 모멘트 TX, Y축 전 모멘트 TY의 합계에 가산하여 도형 전체의 원호가 있는 것으로 하고 계산한 단면 일차모멘트 TX, TY면적누계치  $F_n$ 을 계산한다.

다시 정점이 최후의 정점인가 어떤가, 즉 도형을 일주하였는가 어떤가를 판정하여(단계60), 최후의 정점이 아닌 경우는  $P_{n-1}=P_n$ 에 있어(단계 61), 다시 단계 32로 되돌아가서 단계 60까지를 되풀이하하며, 최후의 정점인 경우에는 단계 62에서 정점의 이동방향이 우회전이나 좌회전이나를 판정한 후 좌회전인 경우에는 전기 단면 일차모멘트 TX, TY의 부호를 반전하여 단계 63, 단계64에서 구해진 전 면적의 절대치 TA로 전체의 단면 일차모멘트 TX, TY를 나누어 전체의 도심좌표 ( $TG_x$ ,  $TG_y$ )를 산출하여, 단계 66에서 종료한다.

다음 상술한 순서도의 계산에 대하여 상세히 설명한다.

제8도는 이 원호부분의 형상의 설명도로서, n다각형의 정점  $P_{n-1}(X_{n-1}$ ,  $Y_{n-1})$ 과  $P_n(X_n$ ,  $Y_n)$ 간이 원호인 경우, 원호의 중간점(원호점)  $P_a(X_a$ ,  $Y_a)$ 을 임의로 정하여, 이하의 계산식(3)에 의해 원호부분의 면적 및 도심의 계산을 한다.

이 경우 제8도에 표시한 원호부분이 다각형(곡선도형을 포함) 본체의 각 정점의 좌표위치의 측정점의 이동방향과 원호부분의 3점(시점, 중간점, 종점)의 이동방향이 동일방향의 경우와, 역방향의 경우에는 이하의 설명식에서의 부호가 변함을 주의할 필요가 있다.

상술한 3점  $P_n$ ,  $P_a$ ,  $P_{n-1}$ 의 좌표치가 결정되면, 원의 방정식은 원의 중심  $P_c(X_c$ ,  $Y_c)$ , 반경을  $r$ 로 하면

$$(X-X_c)^2+(Y-Y_c)^2=r^2 \dots\dots (3)$$

이므로 3점  $P_n$ ,  $P_a$ ,  $P_{n-1}$ 의 좌표치로 연립방정식을 풀음으로서 중심 $P_c(X_c$ ,  $Y_c)$ 및 반경  $r$ 을 구할수 있다. (단계 44내의식 참조)

다음 제9도에서 원호부분의 양단과 중심을 잇는 각도에서 원호측의 각도를  $\theta$ , 원호부분의 양단과 원호상의 일점을 잇는 각도를  $\alpha$ 로 하고, 먼저  $\alpha$ 를 여현정리에 의하여 구하면

$$\begin{aligned} \cos\alpha &= \{(X_a - X_{n-1})^2 + (Y_a - Y_{n-1})^2 + (X_n - X_a)^2 \\ &\quad + (Y_n - Y_a)^2 - (X_n - X_{n-1})^2 - (Y_n - Y_{n-1})^2\} \div 2 \\ &\quad \div \sqrt{\{(X_a - X_{n-1})^2 + (Y_a - Y_{n-1})^2\}} \\ &\quad \div \sqrt{\{(X_n - X_a)^2 + (Y_n - Y_a)^2\}} \\ \alpha &= \angle P_{n-1}P_aP_n = \cos^{-1}(\cos\alpha) \end{aligned}$$

로 표시할 수 있다.

여기서, 원주각=(중심각)/2의 관계가 성립하므로,  $\theta=2(\pi-\alpha)$ 로 된다.

또  $\alpha \geq \pi/2$ 이면 소원소(제9(a)도 참조( $\theta \leq \pi$ )),  $\alpha \pi/2$ 이면 대원호(제9(b)도 참조( $\theta \geq \pi$ ))로 된다.

또 원호,  $P_n P_a P_{n-1}$ 의 면적은 대소공히

$$A_{\text{arc}} = (\theta - \sin \theta) r^2 / 2$$

가 된다.

다시, 원호의 도심을 구한다.

제10도에 있어서, 도심  $G(X_g, Y_g)$ 가 원의 중심  $P_c$ 로부터 원호의 중심을 통과하는 중심선상에서 중심  $P_c$ 로부터 어느 정도의 거리  $D_g$ 에 있는가를 먼저 계산한다.

소원호의  $X$ 축에의 단면 일차모멘트  $M_x$ 는

$$M_x = \iint y dy dx \quad (\text{영역: 원호})$$

를 구하고, 면적으로 나눔으로서  $D_g$ 를 구한다.

대원호의 경우는 소원호와 밸런스를 시켜 구하면 간단하다.

그 결과

$$|\overrightarrow{P_c G}| = D_g = \frac{4r \sin^3(\theta/2)}{3(\theta - \sin \theta)}$$

로 된다. (단계 46 참조)

계속하여 원호의 도심  $G$ 와 원의 중심  $P_c$ 와의 거리  $D_g$ 가 상기와 같이 구하여진 후, 도심좌표  $G(X_g, Y_g)$ 를 구하기 전에, 원호윤곽상의 회전방향(우/좌회전)을 판정하기 위하여, 원호 트레이스의 회전판별식  $D_a$ 를 구한다.

원호 윤곽상의 회전방향은 제12도에 표시한 아크삼각형  $C$ 의 면적의 정부로서 판별할 수 있다.

즉, 아크의 회전판별식  $D_a$ 는 아크 삼각형  $C$ 의 면적,

$$D_a = X_{n-1}(Y_a - Y_n) + X_a(Y_n - Y_{n-1}) + X_n(Y_{n-1} - Y_a)$$

로 부여되며,

$D_a > 0$  의 경우 . . . 좌회전

$D_a < 0$  의 경우 . . . 우회전

이 된다. 또 원호의 현의길이  $L_a$ 는 양단점  $(X_{n-1}, Y_{n-1})$ ,  $(X_n, Y_n)$ 간의 거리이므로,

$$L_a = \sqrt{\{(X_{n-1} - X_n)^2 + (Y_{n-1} - Y_n)^2\}}$$

로 된다.

도심좌표  $G(X_g, Y_g)$ 는 원호윤곽상의 회전방향(우/좌회전)에 의해 결정되며 우회전의 경우는,

$$X_g = X_c - (D_g / L_a)(Y_n - Y_{n-1})$$

$$Y_g = Y_c + (D_g / L_a)(X_n - X_{n-1})$$

좌회전의 경우는,

$$X_g = X_c + (D_g / L_a)(Y_n - Y_{n-1})$$

$$Y_g = Y_c - (D_g / L_a)(X_n - X_{n-1})$$

로 된다.

원호의 X,Y축에의 단면 일차모멘트를 Mx, My로 하면,

$$Mx = \text{원호면적} \times \text{도심} Y_g = A_{arc} \cdot Y_g$$

$$My = A_{arc} \cdot X_g$$

로 구하여 진다.

다음 상기에서 구한 원호의 면적  $A_{arc}$  및 단면 일차모멘트 Mx, My를 제12도에 표시하는 다각형에 대하여 구한 면적  $F_n$ , 단면 일차모멘트 TX, TY에의 가산하는 방법에 대하여 설명한다.

n다각형의 면적  $F_n$ 은 단계40에 있어서도 표시한 바와 같이,

$$F_n = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (X_i + X_{i-1})(Y_i - Y_{i-1}) \quad (X_n = X_1)$$

$$(Y_n = Y_1)$$

$$F_n > 0 \quad \dots \text{좌회전 트레이스}$$

$$F_n < 0 \quad \dots \text{우회전 트레이스}$$

에서 부여 되어 있다. 전체 도형의 회전방향과 제12도의 표시의 아크삼각형 C의 회전방향과의 비교로서, 원호의 면적, 단면일차모멘트의 가·감을 판단할 수 있다.

다시말하면 다각형의 도형에 대하여 원호가 요상(凹狀)의 경우는 필히 전 도형의 트레이스방향과 원호의 부분의 트레이스방향이 역으로 되어있다.

또, 원호가 철상(凸狀)의 경우는 필히 전도형의 트레이스방향과 원호의 부분의 트레이스방향이 동일하다.

그래서 다시 아크의 회전판별식  $D_a$ 를 이용하여 원호의 트레이스방향이 좌회전이나 우회전이나를 판단한다.

$A_{arc}$ 는 항상 정치로 밖에 계산 불가능 하므로, 아크삼각형 C의 부호의 정부를 부여한다.

$$D_a < 0 \text{ 이면 } \text{신 } A_{arc} = -A_{arc}$$

$$D_a \geq 0 \text{ 이면 } \text{신 } A_{arc} = A_{arc}$$

로 놓고

$$F_n = F_n + \text{신 } A_{arc}$$

를 구하므로써, 원호부분을 포함한 도형의 전 면적을 얻는다. 또 여기서 아크는 몇개 있어도 좋다.

$F_n$ 에는 정부가 있음으로 최후의 면적은  $|F_n|$ 으로 한다.

n다각형의 단면 일차모멘트 TY, TX는

$$TX = (1/6) \sum_{i=1}^n (X_i - X_{i-1})(Y_i^2 + Y_i Y_{i-1} + Y_{i-1}^2)$$

$$TY = (1/6) \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{i-1})(X_i^2 + X_i X_{i-1} + X_{i-1}^2)$$

의 2식으로 부여되고 있다. 이 2식에 단면 일차모멘트 My, Mx를 가산할 경우에는 면적의 경우와 반대로 좌회전 트레이스의 경우 부호를 반전하는 것이 필요하다. (단계 56 참조)



즉

$$D_a < 0 \quad (\text{우회전원호}) \text{ 이면 } \dots (4)$$

$$T Y = T Y + M y$$

$$T X = T X + M x$$

$$D_a \geq 0 \quad (\text{좌회전원호}) \text{ 이면 } \dots (5)$$

$$T Y = T Y - M y$$

$$T X = T X - M x$$

로 된다.

(4), (5)를 정리하면

$$D_a < 0 \text{ 이면}$$

$$\text{신 } M y = M y$$

$$\text{신 } M x = M x$$

$$D_a \geq 0 \text{ 이면}$$

$$\text{신 } M y = M y \times (-1)$$

$$\text{신 } M x = M x \times (-1)$$

로 되어 합계의 단면 일차모멘트는,

$$T Y = T Y + \text{신 } M y$$

$$T X = T X + \text{신 } M x$$

로 정리할 수 있다.

도형을 폐합하였을 경우

$$F_n > 0 \quad (\text{좌회전}) \text{ 이면}$$

$$T Y = T Y \times (-1)$$

$$T X = T X \times (-1)$$

로 하고, 전면적 TA는

$$T A = |F_n|$$

이므로, 도심좌표 (TGx, TGy)는

$$T G x = T Y / |F_n|$$

$$T G y = T X / |F_n|$$

로 된다. (단계 64 참조)

더욱, 상술한 설명은 원호부분을 포함한 다각형의 경우이나, 원호부분을 포함한 곡선윤곽의 도형의 경우에도 원호부분의 측정은 상술한 방법이 적용가능한 것은 물론이다.

상술한 것과 같이, n다각형의 도형이건 곡선도형이건, 일부에 원호부분이 있는 경우는 그 원호부분에 한하여 원호의 양단 및 그 중간에 일점의 좌표치를 입력하므로서, 원호의 면적이나 단면 일차모멘트등의 원호부분에 관한 도형 패러미터가 산출되므로 n다각형 또는 곡선윤곽도형의 도형 패러미터에 가산 또는 감산하므로서, 전

도형의 더욱 정확한 도형 패러미터를 구할 수 있으며, 또 그 측정이 극히 간단화 된다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

일직선방향으로 주행 가능한 롤러를 설치한 본체와, 이 본체의 주행방향에 대하여 수평면상에서 좌우방향으로 회동가능하게 본체에 의지되며, 또 선단측에 트레이스부를 구비한 측간과, 도형의 윤곽상의 점상에 위치되게한 전기 트레이스부의 현재위치의 좌표치를 순차로 입력하기 위한 제1의 좌표입력수단과 전기 제1의 좌표입력수단으로 부터 순차로 입력되는 좌표치를 이용하여 측정도형의 도형 패러미터를 순차로 산출함과 동시에 그 도형 패러미터의 합계를 산출하는 계산수단을 설치한 도형측정장치에 있어서, 도형의 원호부분의 윤곽상의 임의의 중간점에 위치되게한 전기 트레이스부의 현재 위치의 좌표치를 입력하기 위한 제2의 좌표입력수단을 다시 구비하며, 전기 계산수단은 전기 제2의 좌표입력수단에 의해 입력되는 중간점과 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 입력되는 원호부분의 양단점에 3점의 좌표에서 그 원호부분에 관한 도형 패러미터를 산출함과 동시에, 전기 제1의 좌표입력 수단으로 부터 순차로 입력되는 좌표치를 이용하여 산출한 측정도형의 도형패러미터에 전기 원호부분에 관한 도형 패러미터를 가산 또는 감산하는 것을 특징으로 하는 도형측정장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 전기 도형패러미터는 면적 및 단면 일차모멘트이며, 전기 계산수단은 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성되는 요소의 면적 및 단면 일차모멘트를 산출하여, 최후에 측정도형의 합계의 면적으로 합계의 단면 일차모멘트를 나누어 도심좌표를 산출함과 동시에, 전기 제1의 좌표입력수단, 제2의 좌표입력수단 및 제1의 좌표입력수단의 순으로 좌표가 입력된 경우에 3점의 시점 및 중점을 양단으로하여, 중간점을 통과하는 원호부분의 면적 및 단면 일차모멘트를 산출하여, 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성된 요소의 면적 및 단면 일차모멘트에 전기 원호부분의 면적 및 단면일차모멘트를 각각 가산 또는 감산하는 것을 특징으로 하는 도형측정장치.

#### 청구항 3

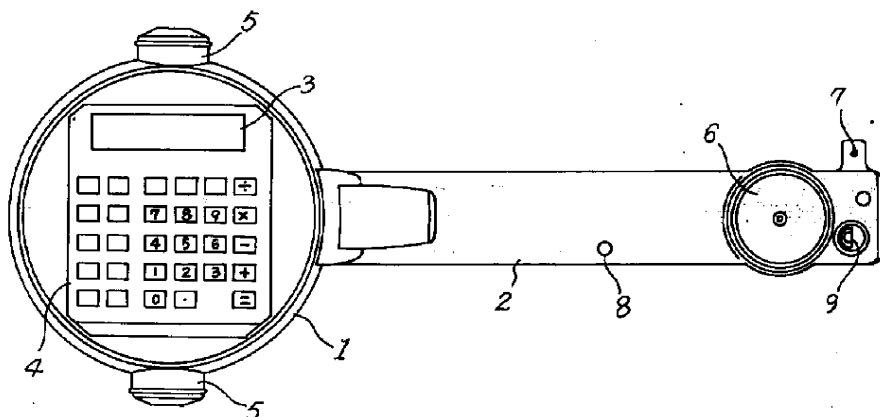
제2항에 있어서, 전기 계산수단은 도형의 윤곽상의 점을 측정하는 이동방향과 원호부분의 전기 3점의 측정점의 이동방향이 동일 방향의 경우에는 전기 3점에서 규정되는 원호부분의 면적을 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성된 요소의 면적에 가산하고, 역 방향의 경우는 전기 3점에서 규정된 원호부분의 면적을 전기 제1의 좌표입력수단에 의해 순차로 입력되는 인접된 2점의 좌표에 의해 형성되는 요소의 면적에서 감산하는 것을 특징으로 하는 도형측정장치.

#### 청구항 4

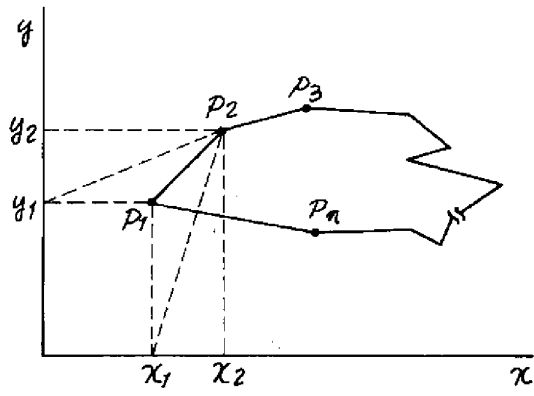
제1항 내지 제3항중 어느 한항에 있어서, 전기 측간은 전기 트레이스부의 근방에 설치한 마크침을 구비하고, 전기 도형측정장치는 다시 마크침의 현재 위치의 좌표와 전기 계산수단에 의해 산출된 도심좌표와의 차를 표시하는 표시장치를 설치하는 것을 특징으로 하는 도형측정장치.

### 도면

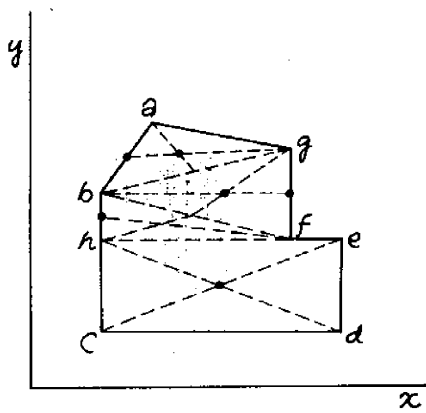
#### 도면1



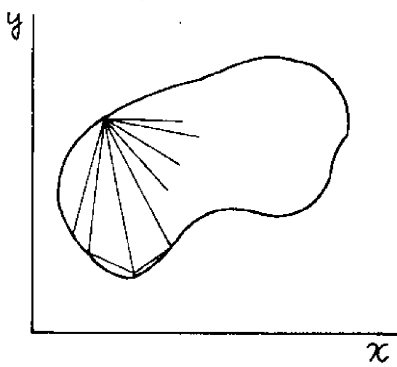
도면2



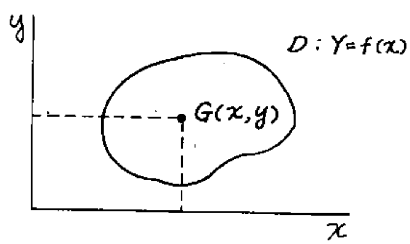
도면3



도면4

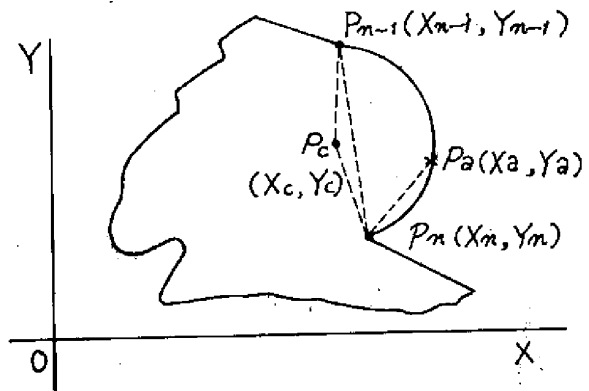


도면5

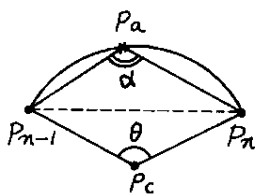




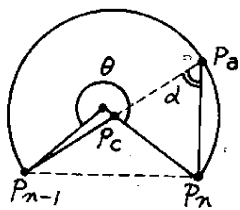
도면8



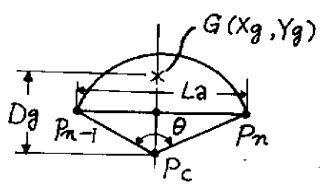
도면9a



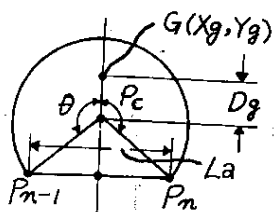
도면9b



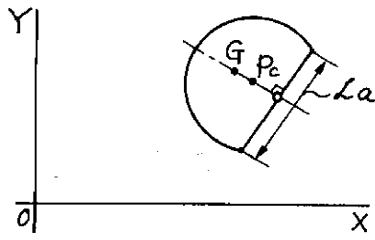
도면10a



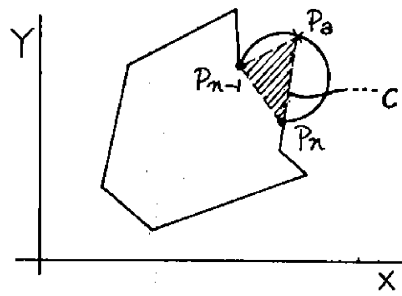
도면10b



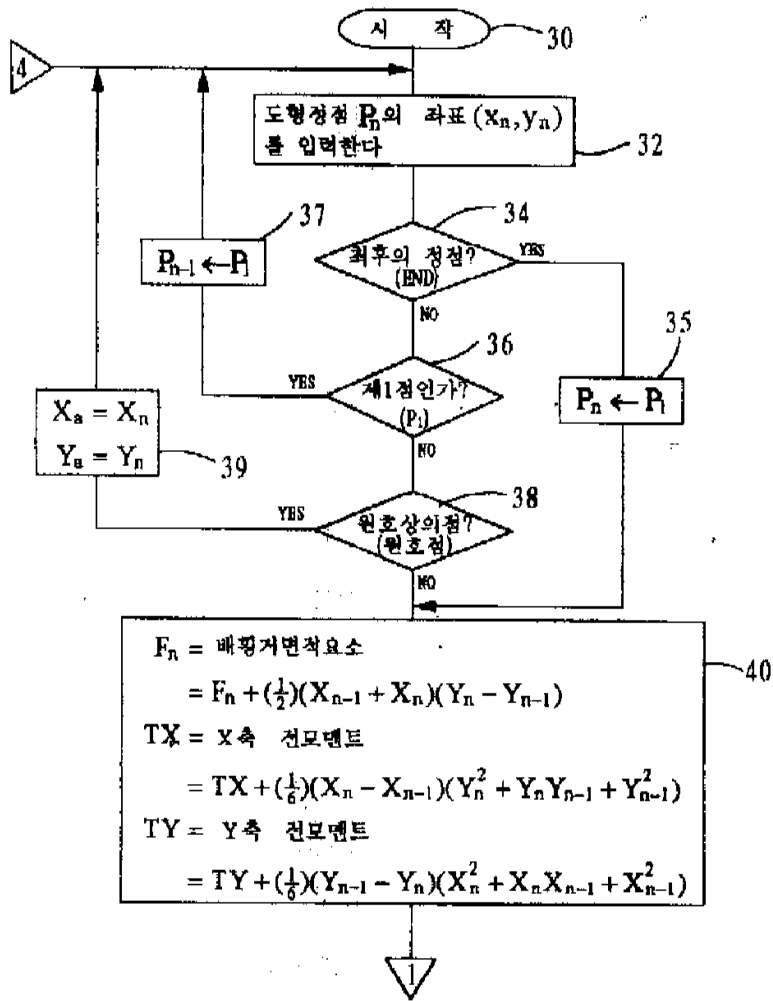
도면 11



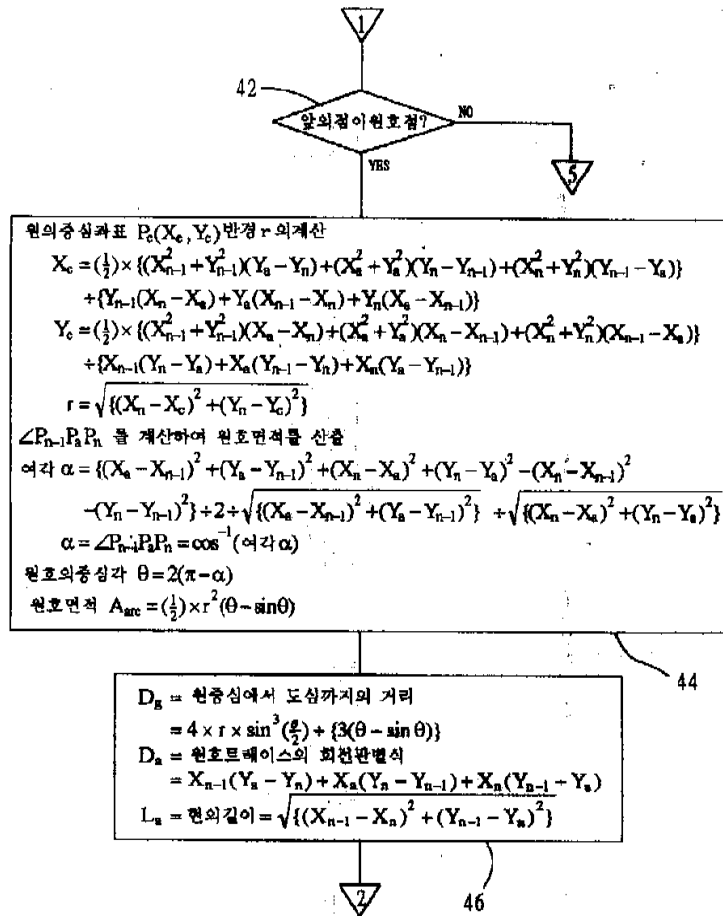
도면 12



도면 13

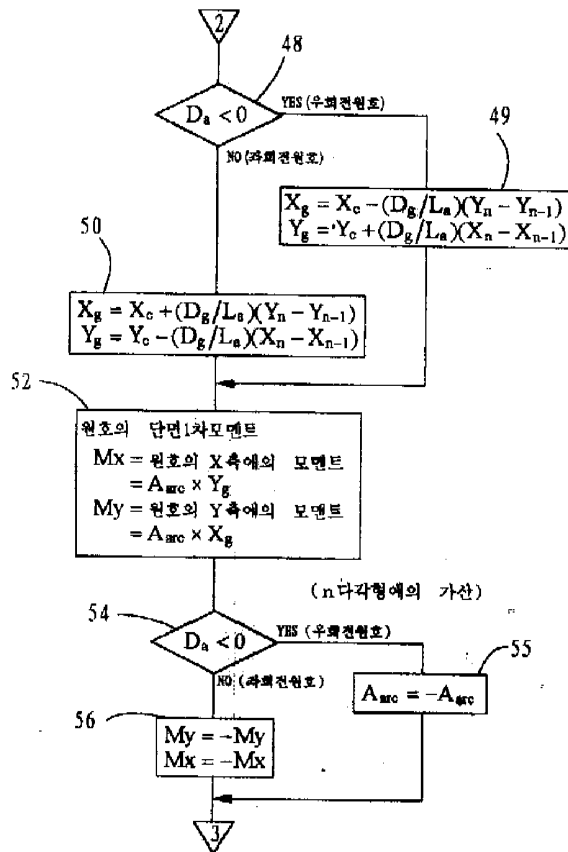


도면 14





도면 15



도면 16

