

(72) 발명자

이토 쇼지

일본 도쿄도 토시마쿠 기타오오쓰카 1쵸메 15반 1
고 산요 덴키 가부시키키가이샤 나이

미야지마 토오루

일본 도쿄도 토시마쿠 기타오오쓰카 1쵸메 15반 1
고 산요 덴키 가부시키키가이샤 나이

야마자키 토모히토

일본 도쿄도 토시마쿠 기타오오쓰카 1쵸메 15반 1
고 산요 덴키 가부시키키가이샤 나이

아유자와 토시아키

일본 도쿄도 토시마쿠 기타오오쓰카 1쵸메 15반 1
고 산요 덴키 가부시키키가이샤 나이

마츠다 마사토

일본 도쿄도 토시마쿠 기타오오쓰카 1쵸메 15반 1
고 산요 덴키 가부시키키가이샤 나이

특허청구의 범위

청구항 1

회전축에 고정되고 소정 개수의 톱니를 갖는 기어와, 상기 소정 개수의 톱니를 통과하는 자속을 검출하는 자기 검출 소자를 구비하여 상기 기어의 회전 위치를 검출하는 제 1 내지 제 3 회전 검출기,

상기 제 1 내지 제 3 회전 검출기로부터 출력되는 전기 신호를 디지털값으로 변환하고 1사이클이 소정의 디지털 값으로 표현되는 상기 기어의 톱니수에 상당하는 사이클수의 제 1 내지 제 3 각도 데이터를 출력하는 A/D 변환부, 및

상기 A/D 변환부의 출력에 의거하여 상기 회전축의 1회전 중의 절대 위치를 검출하는 절대 위치 연산부를 구비하고;

상기 제 1 내지 제 3 회전 검출기는 N1 내지 N3개의 톱니를 각각 구비하며,

상기 N1은 $m \times n$ 의 정수이고, 단 m 및 n 은 2 이상의 정수,

상기 N2는 $N1+1$ 의 정수이고,

상기 N3은 $m \times (n-1)$ 의 정수이며,

상기 절대 위치 연산부는,

사전에 N1사이클의 상기 제 1 각도 데이터와 N3사이클의 상기 제 3 각도 데이터의 차로부터 상기 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 소정의 디지털값으로 표현되는 m 사이클의 제 4 각도 데이터를 구하고, 또한 N1사이클의 상기 제 1 각도 데이터와 N2사이클의 상기 제 2 각도 데이터의 차로부터 상기 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 소정의 디지털값으로 표현되는 1사이클의 제 5 각도 데이터를 연산에 의해 구해서 보존하며,

새롭게 연산된 상기 제 5 각도 데이터가 상기 제 4 각도 데이터의 상기 m 사이클의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정해서 제 1 결정된 사이클로 정하고, 상기 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 상기 제 1 결정 사이클 중에 발생하는 n 사이클의 상기 제 1 각도 데이터의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정해서 제 2 결정된 사이클로 정하며,

상기 제 1 결정 사이클과 상기 제 2 결정 사이클에 의거하여 새롭게 출력된 상기 제 1 각도 데이터가 상기 제 1 각도 데이터의 상기 N1사이클 중 어느 사이클에 있어서 발생하고 있는지를 결정해서 제 3 결정된 사이클로 정하고,

상기 제 3 결정된 사이클과 상기 새롭게 출력된 제 1 각도 데이터의 상기 디지털값으로부터 상기 절대 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 자기식 애플루트 인코더.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 회전 검출기는 도자성 재료에 의해 형성된 소정 개수의 톱니를 갖는 상기 기어와, 바이어스용 마그네틱과, 상기 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 상기 N1개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 상기 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있는 것을 특징으로 하는 자기식 애플루트 인코더.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 회전 검출기는 회전축에 고정되고 도자성 재료에 의해 형성된 N1개의 톱니를 갖는 제 1 기어와, 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 상기 N1개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있고;

상기 제 2 회전 검출기는 상기 회전축에 고정되고 도자성 재료에 의해 형성된 N2개의 톱니를 갖는 제 2 기어와, 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 상기 N2개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖

는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있으며;

상기 제 3 회전 검출기는 상기 회전축에 고정되고 도자성 재료에 의해 형성된 N3개의 톱니를 갖는 제 3 기어와, 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 상기 N3개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있고;

상기 A/D 변환기는,

상기 제 1 회전 검출기로부터 출력되는 상기 2개의 전기 신호를 M비트(M은 2 이상의 정수)의 디지털값으로 변환하고, 상기 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N1사이클의 제 1 각도 데이터를 출력하는 제 1 A/D 변환기와,

상기 제 2 회전 검출기로부터 출력되는 상기 2개의 전기 신호를 M비트의 디지털값으로 변환하고, 상기 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N2사이클의 제 2 각도 데이터를 출력하는 제 2 A/D 변환기와,

상기 제 3 회전 검출기로부터 출력되는 상기 2개의 전기 신호를 M비트의 디지털값으로 변환하고, 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N3사이클의 제 3 각도 데이터를 출력하는 제 3 A/D 변환기를 구비하며;

상기 절대 위치 연산부는,

사전에 N1사이클의 상기 제 1 각도 데이터와 N3사이클의 상기 제 3 각도 데이터의 차로부터 상기 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 m사이클의 제 4 각도 데이터를 구하고, 또한 N1사이클의 상기 제 1 각도 데이터와 N2사이클의 상기 제 2 각도 데이터의 차로부터 상기 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 1사이클의 제 5 각도 데이터를 연산에 의해 구해서 보존 데이터로서 보존해 두고,

새롭게 연산된 상기 제 5 각도 데이터가 상기 제 4 각도 데이터의 상기 m사이클의 어느 사이클 중에 발생하는지를 상기 보존 데이터를 이용하여 결정해서 제 1 결정된 사이클로 정하고, 상기 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 상기 제 1 결정된 사이클 중에 발생하는 n사이클의 상기 제 1 각도 데이터의 어느 사이클 중에 발생하는지를 상기 보존 데이터를 이용하여 결정해서 제 2 결정된 사이클로 정하며,

상기 제 1 결정 사이클과 상기 제 2 결정 사이클에 의거하여 새롭게 출력된 상기 제 1 각도 데이터가 상기 제 1 각도 데이터의 상기 N1사이클 중 어느 사이클에 있어서 발생하고 있는지를 결정해서 제 3 결정된 사이클로 정하고,

상기 제 3 결정된 사이클과 상기 새롭게 출력된 제 1 각도 데이터의 상기 디지털값으로부터 상기 절대 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 자기식 애플루트 인코더.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 회전축에 고정되고 소정 개수의 톱니를 갖는 기어와, 톱니를 통과하는 자속을 검출하여 톱니의 위치에 관계되는 전기 신호를 출력하는 자기 검출 소자를 구비한 회전 검출기를 이용한 자기식 애플루트 인코더에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

일본 특허 공개 평11-237256호 공보(특허문헌 1)에는 자기식 인크리멘탈 인코더로서 이용 가능한 회전 검출 장치가 개시되어 있다. 또한, 일본 특허 공개 2008-180698호 공보(특허문헌 2) 등에는 자기식 인크리멘탈 인코더의 기본 구조를 이용한 자기식 애플루트 인코더가 개시되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0003] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 평11-237256호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 2008-180698호 공보

발명의 내용

- [0004] 그러나, 종래의 자기식 앵술루트 인코더에서는 소형으로 한 경우에 분해능을 높이는 것이 어렵다는 문제가 있다.
- [0005] 본 발명의 목적은 소형으로 한 경우에도 분해능을 높일 수 있는 자기식 앵술루트 인코더를 제공하는 것에 있다.
- [0006] 본 발명의 자기식 앵술루트 인코더는 회전축에 고정되고 소정 개수의 톱니를 갖는 기어와, 이 소정 개수의 톱니를 통과하는 자속을 검출하는 자기 검출 소자를 구비하여 기어의 회전 위치를 검출하는 제 1 내지 제 3 회전 검출기를 구비하고 있다. 보다 구체적인 제 1 회전 검출기는 회전축에 고정되고 도자성 재료에 의해 형성된 N1개의 톱니를 갖는 제 1 기어와, 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 N1개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있다. 또한, 제 2 회전 검출기도 회전축에 고정되고 도자성 재료에 의해 형성된 N2개의 톱니를 갖는 제 2 기어와, 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 N2개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있다. 또한, 제 3 회전 검출기도 회전축에 고정되고 도자성 재료에 의해 형성된 N3개의 톱니를 갖는 제 3 기어와, 바이어스용 마그네틱으로부터 나와 N3개의 톱니를 통과하는 자속을 검출해서 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자를 구비하고 있다.
- [0007] 또한, 본 발명의 자기식 앵술루트 인코더는 제 1 내지 제 3 회전 검출기로부터 출력되는 전기 신호를 디지털값으로 변환하고 1사이클이 소정의 디지털값으로 표현되고 또한 기어의 톱니수에 상당하는 사이클수의 제 1 내지 제 3 각도 데이터를 출력하는 A/D 변환부와, A/D 변환부의 출력에 의거하여 회전축의 1회전 중의 절대 위치를 검출하는 절대 위치 연산부를 구비하고 있다. 보다 구체적인 A/D 변환부는 제 1 내지 제 3 회전 검출기에 대응한 제 1 내지 제 3 A/D 변환기를 구비하고 있다. 제 1 A/D 변환기는 제 1 회전 검출기로부터 출력되는 2개의 전기 신호를 M비트(M은 2 이상의 정수)의 디지털값으로 변환하고, 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N1사이클의 제 1 각도 데이터를 출력한다. 또한, 제 2 A/D 변환기는 제 2 회전 검출기로부터 출력되는 2개의 전기 신호를 M비트의 디지털값으로 변환하고, 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N2사이클의 제 2 각도 데이터를 출력한다. 또한, 제 3 A/D 변환기는 제 3 회전 검출기로부터 출력되는 2개의 전기 신호를 M비트의 디지털값으로 변환하고, 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N3사이클의 제 3 각도 데이터를 출력한다.
- [0008] 또한, N1은 $m \times n$ 의 정수이고(단, m 및 n은 2 이상의 정수), N2는 $N1 + 1$ 의 정수이며, 또한 N3은 $m \times (n - 1)$ 의 정수이다. 이러한 톱니의 개수(N1~N3)에 이러한 관계를 정한 경우, 절대 위치 연산부는 다음과 같이 동작한다. 즉, 절대 위치 연산부는 사전에 N1사이클의 제 1 각도 데이터와 N3사이클의 제 3 각도 데이터의 차로부터 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 소정의 디지털값으로 표현되는 m사이클의 제 4 각도 데이터를 구한다. 또한, 절대 위치 연산부는 N1사이클의 제 1 각도 데이터와 N2사이클의 제 2 각도 데이터의 차로부터 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 소정의 디지털값으로 표현되는 1사이클의 제 5 각도 데이터를 연산에 의해 구한다. 절대 위치 연산부는 이들 제 4 및 제 5 각도 데이터를 보존 데이터로서 보존한다. 그리고, 절대 위치 연산부는 절대 위치를 결정할 때에는 다음과 같이 동작한다. 우선, 회전축이 회전하여 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 제 4 각도 데이터의 m사이클의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정해서 제 1 결정된 사이클로 정한다. 이어서, 절대 위치 연산부는 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 제 1 결정 사이클 중에 발생하는 n사이클의 제 1 각도 데이터의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정해서 제 2 결정된 사이클로 정한다. 그리고, 절대 위치 연산부는 제 1 결정 사이클과 제 2 결정 사이클에 의거하여 새롭게 출력된 제 1 각도 데이터가 제 1 각도 데이터의 N1사이클 중 어느 사이클에 있어서 발생하고 있는지를 결정해서 제 3 결정된 사이클로 정한다. 마지막으로, 절대 위치 연산부는 제 3 결정 사이클과 새롭게 출력된 제 1 각도 데이터의 디지털값으로부터 절대 위치를 결정한다.
- [0009] 본 발명에 의하면, 톱니수가 1개 차이나는 제 1 회전 검출기와 제 2 회전 검출기의 출력으로부터 기계각 360°

와 1사이클이 일치하는 제 5 각도 데이터를 만든다. 이 제 5 각도 데이터를 기준으로 하여 절대 위치를 결정한다. 제 5 각도 데이터는 사용하는 연산 수단이 M비트의 연산 수단이면 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되게 되고, 이대로는 분해 능력이 낮다. 그래서, 회전축이 회전하여 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 제 4 각도 데이터의 m사이클의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정한다(결정한 사이클을 제 1 결정된 사이클로 정함). 즉, 제 5 각도 데이터가 기계각 360° 사이에 m사이클 발생하는(1사이클의 기계각이 기계각 $360^\circ / m$) 제 4 각도 데이터의 몇 번째 사이클 중에 있어서 발생하고 있는지가 결정된다. 이어서, 절대 위치 연산부는 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 제 1 결정된 사이클 중에 발생하는 n사이클[1사이클의 기계각이 기계각 $360^\circ / (m \times n)$]의 제 1 각도 데이터의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정한다(결정한 사이클을 제 2 결정된 사이클로 정함). 그리고, 절대 위치 연산부는 제 1 결정 사이클과 제 2 결정된 사이클에 의거하여 발생하고 있는 제 1 각도 데이터가 제 1 각도 데이터의 N1사이클 중 어느 사이클에 있어서 발생하고 있는지를 결정한다(결정한 사이클을 제 3 결정된 사이클로 정함). 1회전에 의해 N1사이클의 제 1 각도 데이터가 발생하는 경우에 어느 사이클의 각도 데이터인가가 결정된다. 그 결과, 절대 위치 연산부는, 예를 들면 결정한 제 3 결정 사이클이 N번째의 사이클이고, 1사이클의 디지털값이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값이라고 하면, 절대 위치를 「 $(N-1) \times 2^M$ 의 디지털값」+ (그 시점에 제 1 회전 검출기로부터 출력되어 있는 제 1 각도 데이터의 디지털값)」으로 하여 결정한다. 그 결과, 본 발명에 의하면 회전축에 고정된 3개의 기어를 사용함으로써 분해능을 높일 수 있다. 또한, 본 발명은 이론적으로는 4개 이상의 기어를 이용하는 경우에도 적용할 수 있다. 그러나, 실용상 본 발명과 같이 3개의 기어를 사용하는 정도에 머무르므로 본 출원에서는 4개 이상의 기어를 이용하는 경우를 포함시키지 않고 있지만, 출원인은 4개 이상의 기어를 이용하는 경우를 포기하는 것은 아니다.

도면의 간단한 설명

[0010]

도 1은 본 실시 형태의 구성을 개략적으로 나타내는 블록도이다.

도 2는 회전축과 기어 조합의 일례를 나타내는 도면이다.

도 3은 2개의 자기 검출 소자가 출력하는 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호의 예를 나타내는 도면이다.

도 4는 제 1 각도 데이터의 일례를 나타내는 도면이다.

도 5는 제 2 각도 데이터의 일례를 나타내는 도면이다.

도 6은 제 3 각도 데이터의 일례를 나타내는 도면이다.

도 7은 제 1 각도 데이터와 제 3 각도 데이터를 나란히 비교하기 위한 도면이다.

도 8은 제 4 각도 데이터의 예를 나타내는 도면이다.

도 9는 제 5 각도 데이터의 예를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011]

이하, 도면을 참조하여 본 발명의 자기식 애플루트 인코더의 실시 형태의 일례를 상세하게 설명한다. 도 1은 본 실시 형태의 구성을 개략적으로 나타내는 블록도이다. 도 2는 회전축과 기어 조합의 일례를 나타내는 도면이다. 도 1 및 도 2에 있어서, 부호 1로 나타난 블록은 모터 등의 구동원에 의해 회전시켜지는 회전축이다. 회전축(1)에 대해서는 제 1 내지 제 3 회전 검출기(3 내지 7)의 일부를 구성하는 제 1 내지 제 3 기어(3A, 5A 및 7A)가 고정되어 있다. 제 1 내지 제 3 기어(3A, 5A 및 7A)는 철 등의 도자성 재료에 의해 형성되고, 외주부에 각각 복수의 톱니를 구비하고 있다. 이하의 설명에서는 제 1 기어(3A)의 톱니수를 N1, 제 2 기어(5A)의 톱니수를 N2, 제 3 기어(7A)의 톱니수를 N3으로 한다. 본 실시 형태에서는 N1은 $m \times n$ 의 정수이고(단, m 및 n은 2 이상의 정수), N2는 $N1+1$ 의 정수이며, 또한 N3은 $m \times (n-1)$ 의 정수이다. 또한, 이하의 구체예의 설명에서는 이해를 용이하게 하기 위해 $N1=15$, $N2=16$, $N3=12$, $m=3$, $n=5$ 로 하여 설명한다.

[0012]

제 1 내지 제 3 회전 검출기(3 내지 7)는 각각 바이어스용 마그넷을 구비하고 있고, 대응하는 바이어스용 마그넷으로부터 나와 대응하는 N1, N2, N3개의 톱니를 통과하는 자속을 각각 검출하여 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호를 출력하는 2개의 자기 검출 소자(3B 및 3C, 5B 및 5C, 그리고 7B 및 7C)를 구비하고 있다. 도 3에는 2개의 자기 검출 소자(3B 및 3C, 5B 및 5C, 그리고 7B 및 7C)가 출력하는 전기각으로 90° 의 위상차를 갖는 2개의 전기 신호의 예를 나타내고 있다. 또한, 제 1 내지 제 3 회전 검출기(3 내지 7)로서 이용 가능

한 회전 검출기의 일례는 상술한 특허문헌 2 등에 기재되어 있고, 제 1 내지 제 3 회전 검출기(3 내지 7)로서는 공지의 구조의 것을 그대로 이용할 수 있다.

[0013] 제 1 내지 제 3 회전 검출기(3~7)로부터 출력되는 전기 신호를 디지털값으로 변환하고 1사이클이 소정의 디지털값으로 표현되고 또한 톱니의 개수(N1~N3)에 해당하는 사이클수의 제 1 내지 제 3 각도 데이터를 출력하는 A/D 변환부(10)를 구비하고 있다. A/D 변환부(10)는 제 1 내지 제 3 회전 검출기(3 내지 7)에 대응한 제 1 내지 제 3 A/D 변환기(9 내지 13)를 구비하고 있다. 제 1 A/D 변환기(9)는 제 1 회전 검출기(3)로부터 출력되는 2개의 전기 신호를 M비트(M은 2 이상의 정수)의 디지털값으로 변환하고, 회전축(1)이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N1사이클의 제 1 각도 데이터를 출력한다. 또한, 제 2 A/D 변환기(11)는 제 2 회전 검출기(5)로부터 출력되는 2개의 전기 신호를 M비트의 디지털값으로 변환하고, 회전축(1)이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N2사이클의 제 2 각도 데이터를 출력한다. 또한, 제 3 A/D 변환기(13)는 제 3 회전 검출기(7)로부터 출력되는 2개의 전기 신호를 M비트의 디지털값으로 변환하고, 회전축(1)이 1회전하는 동안 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표현되는 N3사이클의 제 3 각도 데이터를 출력한다.

[0014] 여기에서, N1을 15, N2를 16, N3을 12로 하고, M=10으로 한 경우에 있어서 제 1 내지 제 3 각도 데이터를 얻는 경우에 대해 설명한다.

[0015] 우선 도 3에 나타난 2개의 전기 신호(VA와 VB)는 이하와 같이 나타낼 수 있다.

[0016] $VA = k \cdot \sin(\theta)$

[0017] $VB = k \cdot \cos(\theta)$

[0018] 단, $\theta = 0^\circ \sim 360^\circ$; 회전축의 회전 각도

[0019] 2개의 값으로부터 θ 를 계산하여 구하면 이하와 같이 된다.

[0020] $\theta = \arctan(VA/VB)$

[0021] $= \arctan(k \cdot \sin(\theta) / k \cdot \cos(\theta))$

[0022] $= \arctan(\sin(\theta) / \cos(\theta))$

[0023] A/D 변환부(10)를 구성하는 제 1 내지 제 3 A/D 변환기(9~13)는, 구체적으로는 제 1 내지 제 3 회전 검출기(3 내지 7)로부터 출력되는 전기 신호(VA, VB)를 디지털값(10bit, 0~1023)으로 변환한다. 이 수치로부터 연산 장치(CPU 등)에 의해 θ 를 계산한다. 회전축(1)이 1회전하는 동안의 각도 데이터(PS)는 $PS = 0 \sim 1023$, 10bit의 값을 취한다. 단, $PS = \theta / 360 \times 1024$ 로 된다.

[0024] 제 1 내지 제 3 A/D 변환기(9 내지 13)로부터는 제 1 내지 제 3 각도 데이터(PS15~PS12)가 얻어진다. 제 1 각도 데이터(PS15), 제 2 각도 데이터(PS16) 및 제 3 각도 데이터(PS12)는 각각 1사이클이 0~1023의 디지털값을 취한다. 즉, 제 1 각도 데이터(PS15)는 기어 1회전, 즉 기계각 360° 에서 N1사이클(구체적 예에서는 15사이클) 출현한다. 이것을 도면에 나타내면 도 4와 같다. 또한, 제 2 각도 데이터(PS16)는 기어 1회전, 즉 기계각 360° 에서 N2사이클(구체예에서는 16사이클) 출현한다. 이것을 도면에 나타내면 도 5와 같다. 그리고, 제 3 각도 데이터(PS12)는 기어 1회전, 즉 기계각 360° 에서 N3사이클(구체예에서는 12사이클) 출현한다. 이것을 도면에 나타내면 도 6과 같다.

[0025] 이어서, 절대 위치 연산부(14)에 대해 설명한다. 절대 위치 연산부(14)에 포함되는 제 1 차분 연산부(15)는 N1사이클(구체예에서는 15사이클)의 제 1 각도 데이터와 N2사이클(구체예에서는 16사이클)의 제 2 각도 데이터의 차로부터 회전축이 1회전하는 동안 1사이클이 소정의 디지털값(구체예에서는 2^{10})으로 표현되는 1사이클의 제 5 각도 데이터를 연산에 의해 구한다. 또한, 제 2 차분 연산부(17)는 N1사이클(구체예에서는 15사이클)의 제 1 각도 데이터와 N3사이클(구체예에서는 12사이클)의 제 3 각도 데이터의 차로부터 회전축(1)이 1회전하는 동안 1사이클이 소정의 디지털값(구체예에서는 2^{10})으로 표현되는 m사이클(구체예에서는 3사이클)의 제 4 각도 데이터를 구한다. 사전에 회전축(1)을 적어도 1회전시켜 구해진 제 4 및 제 5 각도 데이터는 각각 제 4 각도 데이터 보존부(23)와 제 5 각도 데이터 보존부(21)에 보존된다. 또한, 이때 얻는 제 1 각도 데이터도 제 1 각도 데이터 보존부(19)에 보존된다. 이들 데이터는 절대 위치 결정시에 이용된다.

[0026] 구체적으로, 제 2 차분 연산부(17)의 동작과, 제 1 각도 데이터(PS15)와 제 3 각도 데이터(PS12)의 관계에 대해

이하에 설명한다.

- [0027] 도 4에 나타낸 제 1 각도 데이터(PS15)와 도 6에 나타낸 제 3 각도 데이터(PS12)를 비교한다. 도 4에 나타내는 바와 같이, 제 1 각도 데이터(PS15)는 기어가 1회전하는 동안 0-1023의 변화를 15회 반복한다. 한편, 도 6에 나타내는 바와 같이, 제 3 각도 데이터(PS12)는 기어가 1회전하는 동안 0-1023의 변화를 12회 반복한다. 여기에서, 15와 12의 공약수를 계산하면 $15=3 \times 5$, $12=3 \times 4$ 이기 때문에 공약수는 3이 된다. 이것으로부터, 제 1 각도 데이터(PS15)의 5회 반복과, 제 3 각도 데이터(PS12)의 반복 4회는 $360^\circ / 3 = 120^\circ$ (기계각)로 같은 각도가 된다. 도 7은 제 1 각도 데이터(PS15)와 제 3 각도 데이터(PS12)가 120° 마다 일치하는 상태를 나타낸다. 그리고, 이 일치는 기어가 1회전하는 동안 3회 반복된다.
- [0028] 이 상황을 이용하여 제 2 차분 연산부(17)는 제 1 각도 데이터(PS15)에 있어서의 5톱니의 판별을 하기 위해 제 2 각도 데이터(PS12)와 제 1 각도 데이터(PS15)의 차분을 계산한다. 여기에서, 회전축의 회전 각도(θ)를 θ_e : 전기각, θ_m : 기계각으로 나타내기로 한다.
- [0029] 제 1 기어(3A)(톱니수 15)의 전기각(θ_{e15})은 $\theta_{e15} = 15 \times \theta_m$ 으로 나타낼 수 있다. 마찬가지로 하여, 제 3 기어(7A)(톱니수 12)의 전기각(θ_{e12})은 $\theta_{e12} = 12 \times \theta_m$ 으로 나타낼 수 있다. 따라서, 제 1 각도 데이터(PS15) 및 제 3 각도 데이터(PS12)는 각각,
- [0030] $PS15 = \theta_{e15} / 360 \times 1024$
- [0031] $= 15 \times \theta_m / 360 \times 1024,$
- [0032] $PS12 = \theta_{e12} / 360 \times 1024$
- [0033] $= 12 \times \theta_m / 360 \times 1024,$
- [0034] 로 된다.
- [0035] 이 2개로부터 차를 계산하면, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)는 이하와 같이 된다.
- [0036] $\Delta PS1512 = PS15 - PS12$
- [0037] $= 15 \times \theta_m / 360 \times 1024 - 12 \times \theta_m / 360 \times 1024$
- [0038] $= 3 \times \theta_m / 360 \times 1024$
- [0039] $= \theta_m / 120 \times 1024$
- [0040] 로 된다.
- [0041] 즉, 제 1 각도 데이터(PS15)와 제 3 각도 데이터(PS12)의 차, 즉 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)는 기어가 120° 회전할 때마다 0-1023까지 변화되고, 기어가 1회전 360° 회전하면 이 변화가 3회 반복되게 된다. 이것을 도시하면 도 8에 나타내는 바와 같이 된다. 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)는 제 4 각도 데이터 보존부(23)에 보존된다.
- [0042] 이어서, 제 1 차분 연산부(15)의 동작에 대해 설명한다. 15개의 톱니를 구비한 기어(3A)의 전기각(θ_{e15})은 $\theta_{e15} = 15 \times \theta_m$ 으로 나타낼 수 있다.
- [0043] 그리고, 제 1 각도 데이터(PS15)는 $PS15 = \theta_{e15} / 360 \times 1024 = 15 \times \theta_m / 360 \times 1024$ 가 된다. 마찬가지로 하여, 기어 16장을 구비한 제 2 기어(5A)의 전기각(θ_{e16})은 $\theta_{e16} = 16 \times \theta_m$ 으로 나타낼 수 있다. 그리고, 제 2 각도 데이터(PS16) = $\theta_{e16} / 360 \times 1024 = 16 \times \theta_m / 360 \times 1024$ 가 된다.
- [0044] 제 1 차분 연산부(15)는 제 1 각도 데이터(PS15)와 제 2 각도 데이터(PS16)의 차($PS16 - PS15$)를 계산한다.
- [0045] 즉, $PS16 - PS15$
- [0046] $= 16 \times \theta_m / 360 \times 1024 - 15 \times \theta_m / 360 \times 1024$
- [0047] $= 1 \times \theta_m / 360 \times 1024$
- [0048] $= \theta_m / 360 \times 1024$
- [0049] 가 된다.
- [0050] 제 2 각도 데이터(PS16)와 제 1 각도 데이터(PS15)의 차, 즉 제 5 각도 데이터[$\Delta PS1615(PS16 - PS15)$]는 기어

가 360° 회전할 때마다 디지털값으로 0-1023까지 변화되고, 기어가 1회전 360° 회전할 때마다 이 변화가 반복된다. 이것을 도시하면 도 9와 같이 된다. 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)는 제 5 각도 데이터 보존부(21)에 보존된다.

[0051] 절대 위치 연산부(14)는 결정 수단(25)을 구비하고 있다. 결정 수단(25)은 제 1 사이클 결정부(27)와, 제 2 사이클 결정부(29)와 제 3 사이클 결정부(31)와 절대 위치 결정부(33)를 구비하고 있다. 제 1 사이클 결정부(27)는 회전축(1)이 회전하여 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615'$)(그 시점의 데이터)가 제 4 각도 데이터 보존부(23)에 보존되어 있는 제 4 각도 데이터의 m사이클의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정하여 제 1 결정된 사이클로 정한다.

[0052] 제 1 사이클 결정부(27)는 도 9에 나타내는 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)를 나타내는 1개의 삼각파의 시점 및 종점은, 도 8에 나타내는 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)를 나타내는 3개의 삼각파 중 최초의 삼각파의 시점 및 최후의 삼각파의 종점과 일치하고, 이들 시점과 종점 사이의 각도는 기계각 360° 이다. 그 때문에, 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)의 값을 3등분한 디지털값으로부터 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)의 3개의 삼각파가 각각 몇 번째의 삼각파인지를 판별할 수 있다. 즉, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)의 1개의 삼각파는 디지털값으로 $1024/3=341.3$ 이다. 그래서, 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)로부터 얻어진 디지털값이 0~341이면 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)는 1번째 삼각파(제 1 사이클)인 것을 알 수 있다. 또한, 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)로부터 얻어진 디지털값이 342~682이면 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)는 2번째 삼각파(제 2 사이클)인 것을 알 수 있다. 그리고, 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)로부터 얻어진 디지털값이 683~1023이면 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)는 3번째 삼각파(제 3 사이클)인 것을 알 수 있다. 제 1 사이클 결정부(27)는 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615'$)(그 시점의 데이터)가 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615$)의 1사이클 중에 발생하는 m개의 삼각파 또는 m사이클(구체적으로는 도 8에 나타내는 3사이클)의 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)의 몇 번째 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정하고, 결정된 사이클을 제 1 결정된 사이클로 정한다.

[0053] 제 2 사이클 결정부(29)는, 도 7 및 도 8에 나타내는 파형을 비교하면 알 수 있는 바와 같이, 도 8에 나타내는 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)의 1개의 삼각파(제 1 사이클)의 시점 및 종점과 도 7에 나타내는 제 1 각도 데이터($PS15$)의 5개의 삼각파(제 5 사이클 또는 제 5 톱니에 대응)의 최초의 삼각파의 시점 및 최후의 삼각파의 종점과 일치한다. 이들 시점과 종점 사이의 각도는 기계각 120° 이다. 따라서, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)의 1개의 삼각파(사이클)의 디지털값을 5등분함으로써 제 1 각도 데이터($PS15$)의 5개의 삼각파(5사이클)가 몇 번째 사이클인지를 특정할 수 있다. 즉, $1024/5=204.8$ 이기 때문에 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)가 0~204의 디지털값이면 제 1 각도 데이터($PS15$)는 1번째 삼각파(제 1 사이클 또는 제 1 톱니에 대응)인 것을 알 수 있다. 또한, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)가 205~409의 디지털값이면 제 1 각도 데이터($PS15$)는 2번째 삼각파(제 2 사이클 또는 제 2 톱니에 대응)인 것을 알 수 있다. 또한, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)가 410~614의 디지털값이면 제 1 각도 데이터($PS15$)는 3번째 삼각파(제 3 사이클 또는 제 3 톱니에 대응)인 것을 알 수 있다. 또한, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)가 615~819의 디지털값이면 제 1 각도 데이터($PS15$)는 4번째 삼각파(제 4 사이클 또는 제 4 톱니에 대응)인 것을 알 수 있다. 또한, 제 4 각도 데이터($\Delta PS1512$)가 820~1023의 디지털값이면 $PS15$ 는 5번째 삼각파(제 5 사이클 또는 제 5 톱니에 대응)인 것을 알 수 있다. 이렇게 하여 제 2 사이클 결정부(29)는 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터($\Delta PS1615'$)(그 시점의 데이터)가 제 1 결정 사이클[도 8의 3개의 삼각파(제 1 내지 제 3 사이클) 중 어느 1개의 삼각파(사이클)] 중에 발생하는 n개의 삼각파 또는 n사이클(구체적으로는 도 7에 나타내는 제 1 내지 제 5 사이클)의 제 1 각도 데이터($PS15$)의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정하고, 결정된 사이클을 제 2 결정된 사이클로 정한다.

[0054] 제 3 사이클 결정부(31)는 제 1 사이클 결정부(27)가 결정한 제 1 결정 사이클과 제 2 사이클 결정부(29)가 결정한 제 2 결정 사이클에 의거하여 새롭게 제 1 A/D 변환기(9)로부터 출력된 제 1 각도 데이터($PS15'$)가 제 1 각도 데이터($PS15$)의 N1사이클(제 1 내지 제 15 사이클) 중 어느 사이클에 있어서 발생하고 있는지를 결정해서 제 3 결정된 사이클로 정한다. 마지막으로, 절대 위치 결정부(33)는 제 3 결정된 사이클[N1사이클(제 1 내지 제 15 사이클)의 몇 번째 사이클인지에 대한 정보]과, 그때에 제 1 A/D 변환기(9)로부터 출력되어 있는 제 1 각도 데이터($PS15'$)의 디지털값으로부터 1회전 내의 절대 위치를 결정한다.

[0055] 본 실시 형태의 동작을 일반적으로 설명하면, 제 1 차분 연산부(15)는 톱니수가 1개 다른 제 1 회전 검출기(3)와 제 2 회전 검출기(5)의 출력을 제 1 및 제 2 A/D 변환기(9 및 11)에 의해 A/D 변환한 값으로부터 기계각 360° 와 1사이클이 일치하는 제 5 각도 데이터를 만든다. 이 제 5 각도 데이터를 기준으로 하여 절대 위치를 결정한다. 제 5 각도 데이터는 사용하는 연산 수단이 M비트의 연산 수단이면 1사이클이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값으로 표

현된다. 제 1 사이클 결정부(27)는 제 4 각도 데이터 보존부(23)에 보존된 데이터를 이용하여 회전축(1)이 회전해서 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 제 4 각도 데이터의 m사이클의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정한다(결정한 사이클을 제 1 결정된 사이클로 정함). 즉, 제 5 각도 데이터가 기계각 360°의 사이에 m사이클 발생하는(1사이클의 기계각이 기계각 360°/m) 제 4 각도 데이터의 몇 번째 사이클 중에 있어서 발생하고 있는지가 결정된다. 이어서, 제 2 사이클 결정부(29)는 새롭게 연산된 제 5 각도 데이터가 제 1 결정된 사이클 중에 발생하는 n사이클[1사이클의 기계각이 기계각 360°/(m×n)]의 제 1 각도 데이터의 어느 사이클 중에 발생하고 있는지를 결정한다(결정한 사이클을 제 2 결정된 사이클로 정함). 그리고, 제 3 사이클 결정부(31)는 제 1 결정된 사이클과 제 2 결정된 사이클에 의거하여 그 시점에 발생하고 있는 제 1 각도 데이터가 제 1 각도 데이터의 N1사이클 중 어느 사이클에 있어서 발생하고 있는지를 결정한다(결정한 사이클을 제 3 결정된 사이클로 정함). 마지막으로, 절대 위치 결정부(33)는, 예를 들면 결정한 제 3 결정 사이클이 N번째의 사이클이고, 1사이클의 디지털값이 $0 \sim 2^M - 1$ 의 디지털값이다라고 하면, 절대 위치를 「(N-1)×2^M의 디지털값)+(그 시점에 제 1 회전 검출기로부터 출력되어 있는 제 1 각도 데이터의 디지털값)」으로 하여 결정한다.

[0056] 상기 구체예의 톱니수는 이해를 용이하게 하기 위한 것이고, 실제로는 제 1 내지 제 3 기어의 톱니수로서 $N1=384$, $N2=385$, $N3=368$ 등의 톱니수의 조합을 이용할 수 있다. 384와 385는 1개 차이로 서로소의 관계이므로 2개의 차분을 계산함으로써 384개의 톱니를 각각 구별(특정)할 수 있다. 한편, $384=24 \times 16$, $368=23 \times 16$ 이기 때문에 2개의 값 사이에는 공약수 16이 존재한다. 즉, 제 1 기어가 톱니수로 24개분 이동했을 때에 발생하는 24번째의 삼각파의 종점과, 제 3 기어가 톱니수로 23개분 이동했을 때의 23번째의 삼각파의 종점이 0점에서 일치한다. 또한, 0점이란 삼각파의 진폭이 0이 되는 점을 의미한다. 기어가 1회전하는 동안 이 일치를 16회 반복한다. 따라서, 제 1 톱니와 제 3 톱니의 출력값의 차분을 계산함으로써 24개의 톱니를 구별(특정)할 수 있다. 이어서, 16회 반복이 발생했는지의 판별은 제 1 톱니와 제 2 톱니의 차분의 1개의 삼각파와 제 1 톱니와 제 3 톱니의 차분의 16개의 삼각파의 비교로 계산한다.

[0057] 본 발명은 3개의 기어를 이용하는 경우이지만, 이론적으로는 4개의 기어를 갖는 경우도 가능하다. 이 경우에는 제 1 내지 제 4 기어의 톱니수(N1 내지 N4)는 다음과 같이 톱니수를 정한다.

[0058] 제 1 기어의 톱니수(N1) ($N1=m1 \times m2 \times n$)

[0059] (m1은 2 이상의 정수)

[0060] (m2는 2 이상의 정수)

[0061] (n은 2 이상의 정수)

[0062] 제 2 기어의 톱니수(N2) (N2=N1+1)

[0063] 제 3 기어의 톱니수(N3) ($N3=m1 \times m2 \times (n-1)$)

[0064] 제 4 기어의 톱니수(N4) ($N4=m1 \times ((m2 \times n) - 1)$)

[0065] N1과 N2는 톱니수가 1개 차이로 서로소의 관계이므로 2개의 차분을 계산함으로써 N1개의 톱니를 구별(특정)할 수 있다. 제 1 기어의 1개의 톱니의 피치는 $360/N1$ (전기각)이 필요해져 기계 가공이 어려워지고, 또한 신호 처리의 전기 회로의 부담이 크다.

[0066] 한편, $N1 = m1 \times m2 \times n$,

[0067] $N3=m1\times m2\times (n-1),$

[0068] 2개 사이에는 공약수($m_1 \times m_2$)가 존재한다.

[0069] 즉, 제 1 기어가 톱니수로 n 개분 이동했을 때에 발생하는 n 번째의 삼각파의 종점과, 제 3 기어가 톱니수로 $(n-1)$ 개분 이동했을 때의 $(n-1)$ 번째의 삼각파의 종점이 일치한다. 기어가 1회전하는 동안에 이 일치를 $(m_1 \times m_2)$ 회 반복한다.

[0070] 따라서, 제 1 기어와 제 3 기어의 출력값의 차분을 계산함으로써 n개의 톱니를 구별(특정)할 수 있다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/(n)(\text{전기각})$ 이 된다.

[0071] 또한, $N1 = m1 \times m2 \times n$,

[0072] $N4 = m1 \times ((m2 \times n) - 1)$

- [0073] 2개 사이에는 공약수(m_1)가 존재한다.
- [0074] 즉, 제 1 기어가 ($m_2 \times n$)톱니수분 이동했을 때에 발생하는 ($m_2 \times n$)번째의 삼각파의 종점과, 제 4 기어가 ($m_2 \times n - 1$)개수 이동했을 때에 발생하는 ($m_2 \times n - 1$)번째의 삼각파의 종점이 일치한다. 기어가 1회전하는 동안 이 일치가 m_1 회 반복된다.
- [0075] 따라서, 제 1 기어와 제 4 기어의 출력값의 차분(m_1 개의 삼각파)을 계산하고, 제 1 기어와 제 3 기어의 출력값의 차분($m_1 \times m_2$ 개의 삼각파)의 계산값과 비교함으로써 m_1 개의 삼각파 내에 있어서 $m_2(2, 3, \dots, m_2)$ 개의 삼각파를 구별(특정)할 수 있다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/(m_2)$ (전기각)가 된다.
- [0076] 또한, m_1 회 반복의 판별은 제 1 기어의 톱니와 제 2 기어의 톱니의 차분의 1개의 삼각파와, 제 1 기어의 톱니와 제 4 기어의 톱니의 차분의 m_1 개의 삼각파의 비교로 계산한다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/(m_1)$ (전기각)이 된다.
- [0077] 이어서, 일반화한 경우에 대해 설명한다. 여기에서는 s 개의 기어를 갖는 것으로 한다.
- [0078] 제 1 기어의 톱니수(N_1)는 하기와 같이 표현할 수 있다.
- [0079]
$$N_1 = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-2) \times n$$
- [0080] (m_1 은 2 이상의 정수)
- [0081] (m_2 는 2 이상의 정수)
- [0082] ...
- [0083] ($m(s-2)$ 는 2 이상의 정수)
- [0084] (n 은 2 이상의 정수)
- [0085] 제 2 기어의 톱니수(N_2) ; $N_2 = N_1 + 1$
- [0086] 제 3 기어의 톱니수(N_3)는 이하와 같이 나타내어진다;
- [0087]
$$N_3 = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-2) \times (n-1)$$
- [0088] 제 4 기어의 톱니수(N_4)는 이하와 같이 나타내어진다;
- [0089]
$$N_4 = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-3) \times ((m(s-2) \times n) - 1)$$
- [0090] ...
- [0091] 제 k 기어의 톱니수(N_k)는 이하와 같이 나타내어진다;
- [0092]
$$N_k = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-k+1) \times (m(s-k+2) \times m(s-k+3) \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n - 1)$$
- [0093] s 개째의 톱니수(N_s)는 이하와 같이 나타내어진다.
- [0094]
$$N_s = m_1 \times (m_2 \times m_3 \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n - 1)$$
- [0095] N_1 과 N_2 는 톱니수가 1개 차이로 서로소의 관계이므로 2개의 차분을 계산함으로써 N_1 개의 톱니의 구별을 알 수 있다.
- [0096] 한편, $N_1 = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-2) \times n$,
- [0097]
$$N_3 = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-2) \times (n-1),$$
- [0098] 2개 사이에는 공약수($m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-2)$)가 존재한다.
- [0099] 즉, 제 1 기어가 n 개의 톱니수분 이동했을 때에 발생하는 삼각파의 종점과, 제 3 기어가 ($n-1$)개수 이동했을 때에 발생하는 삼각파의 종점이 일치한다. 기어가 1회전하는 동안에 이 일치를 ($m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-2)$)회 반복한다.
- [0100] 따라서, 제 1 기어와 제 3 기어의 출력값의 차분을 계산함으로써 n 개의 톱니를 구별(특정)할 수 있다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/(n)$ (전기각)이 된다.
- [0101] 또한, $N_1 = m_1 \times m_2 \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n$,

- [0102] $N4 = m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3) \times ((m(s-2) \times n) - 1)$
- [0103] 2개 사이에는 공약수($m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3)$)가 존재한다.
- [0104] 즉, 제 1 기어가 $(m(s-2) \times n)$ 톱니수분 이동했을 때에 발생하는 삼각파의 종점과, 제 4 기어가 $((m(s-2) \times n) - 1)$ 톱니수분 이동했을 때에 발생하는 삼각파의 종점이 일치한다. 기어가 1회전하는 동안에 이 일치를 $(m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3))$ 회 반복한다.
- [0105] 따라서, 제 1 기어와 제 4 기어의 출력값의 차분($m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3)$ 개의 삼각파)을 계산하고, 제 1 기어와 제 3 기어의 출력값의 차분($m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2)$ 개의 삼각파)의 계산값과 비교함으로써 $(m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3))$ 개의 삼각파 내에 있어서의 $m(s-2)(2, 3, \dots, (m(s-2)))$ 개의 삼각파를 구별(특정)할 수 있다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/(m(s-2))$ (전기각)가 된다.
- [0106] 또한, $N1 = m1 \times m2 \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n$,
- [0107] $Nk = m1 \times m2 \times \dots \times m(s-k+1) \times (m(s-k+2) \times m(s-k+3) \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n - 1)$ 사이에는 공약수($m1 \times m2 \times \dots \times m(s-k+1)$)가 존재한다.
- [0108] 즉, 제 1 기어가 $(m(s-k+2) \times m(s-k+3) \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n)$ 톱니수분 이동했을 때에 발생하는 삼각파의 종점과, 제 k 기어가 $(m(s-k+2) \times m(s-k+3) \times \dots \times m(s-3) \times m(s-2) \times n - 1)$ 톱니수분 이동했을 때에 발생하는 삼각파의 종점이 일치한다. 기어가 1회전하는 동안에 이 일치를 $(m1 \times m2 \times \dots \times m(s-k+1))$ 회 반복한다.
- [0109] 따라서, 제 1 기어와 제 k 기어의 출력값의 차분($m1 \times m2 \times \dots \times m(s-k+1)$ 개의 삼각파)을 계산하고, 제 1 기어와 제 (k-1) 기어의 출력값의 차분($m1 \times m2 \times \dots \times m(s-k+1) \times m(s-k+2)$ 개의 삼각파)의 계산값을 비교함으로써 $(m1 \times m2 \times \dots \times m(s-k+1))$ 개의 삼각파 내의 $m(s-k+2)(2, 3, \dots, (m(s-k+2)))$ 개의 삼각파를 구별(특정)할 수 있다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/m(s-k+2)$ (전기각)가 된다.
- [0110] 마지막으로, m1회 일치의 반복의 판별은 제 1 기어로부터의 삼각파와 제 2 기어로부터의 삼각파의 차분 중 1개의 삼각파와, 제 1 기어로부터의 삼각파와 제 s 기어로부터의 삼각파의 차분의 m1개의 삼각파의 비교로 계산한다. 이때 필요시되는 정밀도는 $360/(m1)$ (전기각)이 된다.
- [0111] 본 실시 형태에 의하면, 배터리 없이 이용할 수 있는 1회전 애플루트 인코더를 구성할 수 있다.

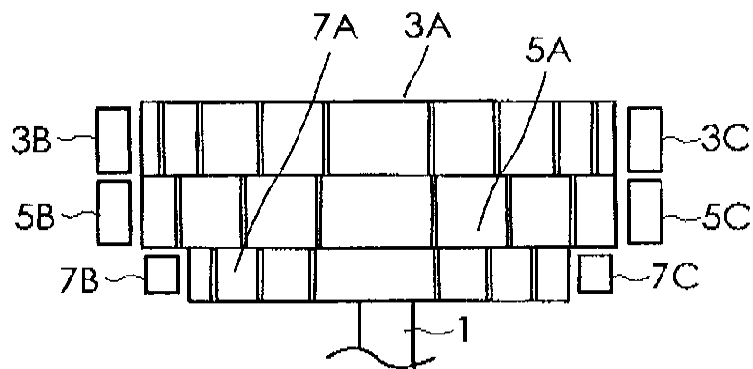
산업상 이용가능성

- [0112] 본 발명에 의하면, 소형으로 한 경우에도 분해능을 높일 수 있는 자기식 애플루트 인코더를 제공할 수 있으므로 산업상 이용 가능성이 높다.

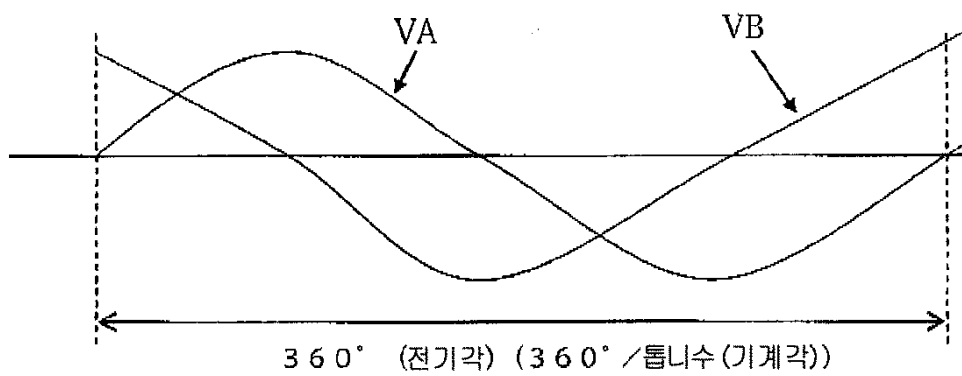
부호의 설명

- [0113]
- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 : 회전축 | 3 : 제 1 회전 검출기 |
| 5 : 제 2 회전 검출기 | 7 : 제 3 회전 검출기 |
| 9 : 제 1 A/D 변환기 | 11 : 제 2 A/D 변환기 |
| 13 : 제 3 A/D 변환기 | 15 : 제 1 차분 연산부 |
| 17 : 제 2 차분 연산부 | 19 : 제 1 각도 데이터 보존부 |
| 21 : 제 5 각도 데이터 보존부 | 23 : 제 4 각도 데이터 보존부 |
| 25 : 절대 위치 연산부 | 27 : 제 1 사이클 결정부 |
| 29 : 제 2 사이클 결정부 | 31 : 제 3 사이클 결정부 |
| 33 : 절대 위치 결정부 | |

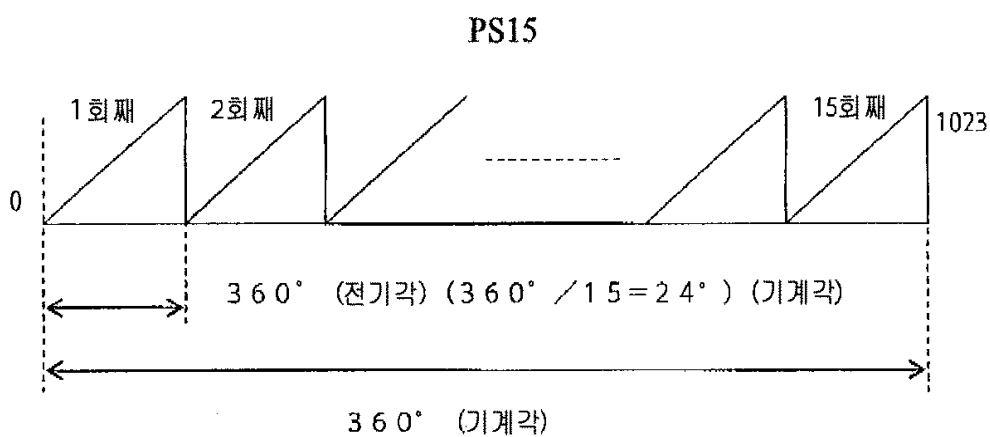
도면2



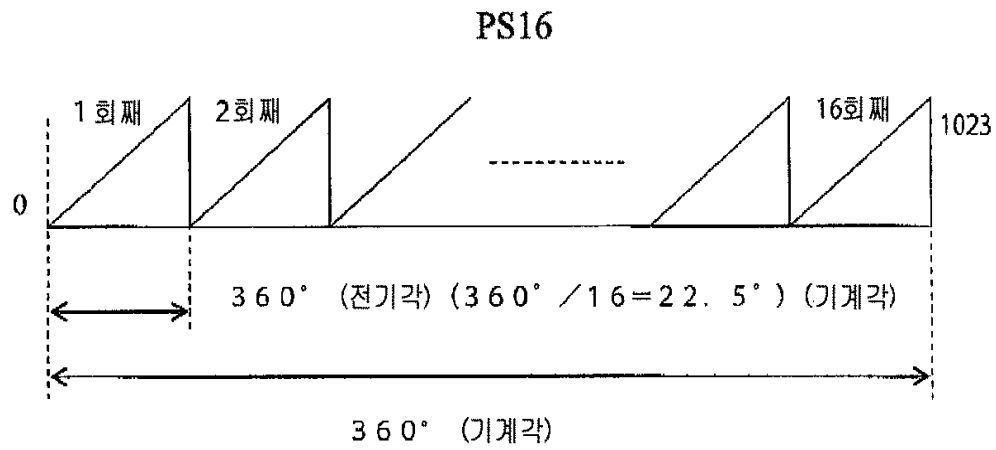
도면3



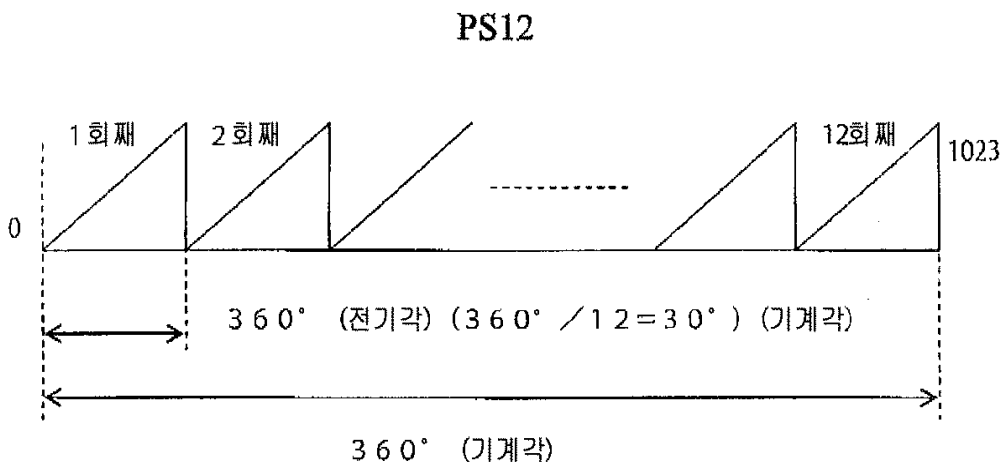
도면4



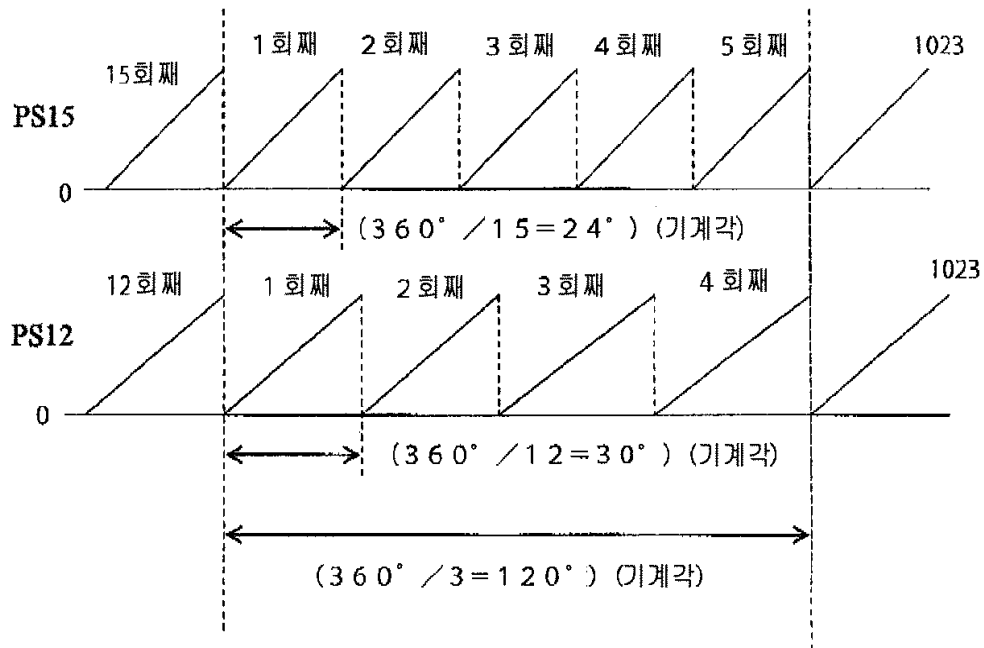
도면5



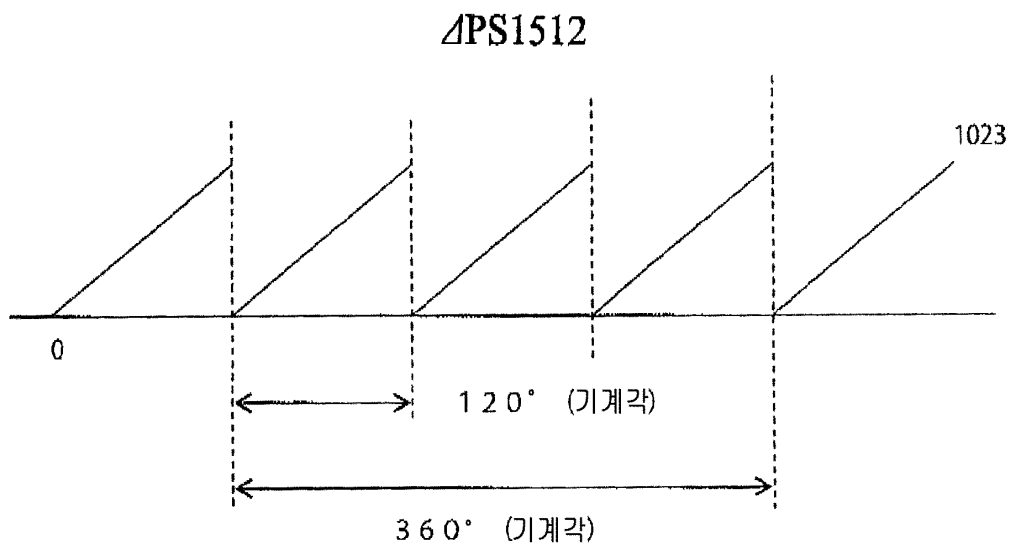
도면6



도면7



도면8



도면9

