(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[5]
G01M 13/04

(45) 공고일자 1992년03월10일
(11) 공고번호 특1992-0002072

(21) 출원번호	특1986-0005496	(65) 공개번호	특1987-0001464
(22) 출원일자	1986년07월08일	(43) 공개일자	1987년03월14일
(30) 우선권주장	85-158231 1985년07월19일 일본(JP)		
(71) 출원인 가부시기가이샤 히다찌세이사꾸쇼 미다 가쓰시게
일본국 도오교오도 지요다구 간다 스루가다이 4죠메 6반지

(72) 발명자 사또오 이찌야
일본국 이바라기껜 히다찌시 이시나자까죠 1-17-16
요네야마 다까오
일본국 이바라기껜 가쓰다시 고오야 212-139

(74) 대리인 김서일

심사관 : 박형식 (책자공보 제2690호)

(54) AE 방식 회전기 이상진단 시스템

요약

내용 없음.

대표도

도1

명세서

[발명의 명칭]

AE 방식 회전기 이상진단 시스템

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본원 발명 시스템의 실시예를 나타낸 블록도.

제2도는 상기 실시예에 있어서의 신호해석 평가부의 동작의 상세를 설명하는 계통도.

제3도는 회전기의 이상에 의해 발생되는 음향신호의 검파처리후의 파형도.

제4도는 제2도에 나타낸 파형특징 처리부의 동작을 설명하는 계통도.

제5도는 제4도와는 다른 실시예로서 나타낸 계통도.

제6도는 제2도와는 다른 실시예로서 나타낸 신호해석 평가부의 동작을 설명하는 계통도.

제7도는 제6도에 나타낸 파형특징 처리부의 동작을 설명하는 계통도.

제8도는 제7도와는 다른 실시예로서 나타낸 계통도.

제9도는 제2도 및 제6도와는 다른 실시예로서 나타낸 신호해석 평가부의 동작을 설명하는 계통도

제10도는 동조형 및 비동조형의 파형도.

제11도는 돌연형 이상의 발생위치를 표정(標定)하도록 구성된 본원 발명의 다른 실시예 구성도.

제12도는 제11도의 시스템의 동작을 설명하는 파형도.

재13도는 제11도와는 다른 실시예로서의 연속하에 이상발생 위치를 표정하도록 구성된 실시예 구성도.

제14도는 제13도의 시스템의 동작을 설명하는 파형도.

[발명의 상세한 설명]

본원 발명은 아코오스틱에미션(acoustic emission)(이하, AE라고 약기함)법을 사용한 진단시스템에 관한 것이며, 특히 회전기의 기계적 이상의 요인을 판별하는 기능을 구비한 AE 방식 회전기 이상진

단 시스템에 관한 것이다.

중기터어빈, 발전기, 수차, 압연기 등의 회전기가 운전중에 사고를 일으키면 중대한 사고로 발전될 염려가 있다. 특히 회전부의 기계적 사고는 위험이 크다. 그래서, 이와같은 사고를 미연에 방지하기 위해서는 조기에 이상을 검지할 필요가 있다.

조기 이상 검지수단의 하나로서 AE 법이 제안되어 있다. 이들 기술은 회전기의 일부에 설치된 AE 센서로 초음파신호를 검출하여 신호처리하는 것으로서, 예를 들면 러빙(rubbing)을 감시하는 방법으로서, 포락선(包絡線) 검파처리 후에 회전주파수 성분을 통과시키는 필터에 통하게 함으로써 이상검지를 하는 것이 있으며, 미합중국 특허 제4,478,082호가 알려져 있다. 또 미끄럼베어링의 손상을 진단하는 방법으로서 미합중국 특허 제4,481,819호가 알려져 있다.

그러나, 종래의 이상검지시스템은 개개의 이상만을 검지하는 것으로서, 복수 종류의 이상을 동시에 검지 할 수 있는 것은 없었다.

본원 발명의 목적은 운전중인 회전기에 발생하는 복수종류의 이상을 동시에 검지(판단)할 수 있는 AE 방식 회전기 이상진단 시스템을 제공하는데 있다.

본원 발명의 특징은 포락선 검파 처리 후의 AE 신호에 대해 콤퓨터를 사용하여 특징 분석을 하고, 이 처리결과에서 이상의 종별을 판별할 수 있게끔 한 것이다.

제1도를 참조하면, 본원 발명의 일실시예로서 나타낸 AE 방식회전과 이상진단 시스템의 구성이 표시되어 있다. 이 실시예에 의하면, 복수 종류의 이상으로서 연속형 이상(회전체와 정지체와의 접촉에 기인하는 이상) 및 돌발형 이상(회전체 및 정지체의 박리 및/또는 균열에 기인하는 이상)이 식별된다.

제1도에 있어서, 회전기(1)에 그 자체가 공지된 AE 센서(2)를 설치하고, 이 AE 센서(2)의 출력전압을 증폭기(3)로 증폭한 다음, 포락선 검파처리부(4)에서 검파처리를 한다. 검파처리된 신호는 신호변환수납부(5)에서 아날로그신호로부터 디지탈신호로 변환되며, 메모리에 유지된다. 신호변환수납부(5)는 구체적으로는 아날로그디지탈 변환회로로 이루어지며, 회전기(1)의 회전수가 예를 들면 1초동안에 1회전이면 1[m sec]마다 약 16초간 수납이 행해진다. 그리고 증폭기(3)의 출력을 디지탈변환하여 수납하고, 그후 소프트웨어에 의해 포락선 검파처리를 해도 된다. 그 경우에는 증폭기(3)뒤에 설치된 포락선 검파처리부(4)는 불필요해진다.

한편, 그 자체가 공지된 회전신호검출부(6)로부터의 신호도 상기 신호변환수납부(5)에 입력하고, 디지탈 신호에 상기와 같은 샘플링 주기로 변환되어 메모리(5A)에 유지된다. 상기 신호변환수납부(5)의 출력은 신호해석평가부(7)에 넣어져 제2도의 계통도에 의한 처리가 이루어지며, 그 결과는 표시부를 포함하는 출력장치(8)에 출력된다. 여기서, 상기 신호해석평가부(7)는 구체적으로는 디지탈 콤퓨터로 구성된다. 제2도는 신호해석평가부(7)에서 행해지는 동작을 나타낸다.

다음에, 하기 제1표에 의해 진단동작의 기초로 되는 사고방식에 대해 설명한다. 그리고 이 제1표의 내용은 발명자들이 장시간의 실험을 반복하여 발견한 것이다.

[표 1]

파 형 특 징	
연 속 형	돌 발 형
회전체와 정지체와의 접촉에 기인하는 현상 (Ⅰ형)	회전체 및 정지체 고유의 박리 및/또는 균열의 발생에 기인하는 현상 (Ⅱ형)

제1표에 나타낸 바와 같이 제1도의 신호변환수납부(5)에서 수납된 포락선 검파 처리후의 AE 신호가 연속형인지 돌발형인지에 따라 회전기의 이상의 원인이 Ⅰ형과 Ⅱ형으로 구분된다. 상기 연속형인지 돌발형인지를 나타내는 대표적 파형을 제3a, b도에 나타낸다. (a)는 연속형이며, (b)는 돌발형이다.

상술한 사고방식에 의거한 진당동작의 구체적 실험예에 대해 제2도에 의거하여 설명한다.

제1도에서 소정시간, 예를 들면 16초 동안 수납되고, 메모리(5A)에 유지된 데이터는 제2도의 스텝 11에서 다시 독출되어 제1표에 의거해서 처리된다. 이 처리를 기계적으로 분류하면, 신호처리부(13), 특징판단부(14), 진단출력부(15)로 대별된다. AE 신호는 신호처리부(13)를 구성하는 파형특징처리부(132)에 의해 각기 처리된 다음 특징판단부(14)에 의해 처리된다. 그리고 상술한 바와 같이 포락선 검파처리를 소프트웨어에 의해 할 경우에는 제1도의 포락선 검파처리부(4)의 대체 동작을 하는 스텝 131이 사용된다. 신호처리부(13)의 파형특징처리부(132)의 구체적인 일례를 제4도에 나타낸다.

연속형이냐 돌발형이냐의 정의는 여러가지로 생각할 수 있지만, 예를 들면 일정시간내에 있어서의 AE 이벤트의 지속시간의 총화가 긴 것이 연속형이고, 지속시간의 총화가 짧은 것이 돌발형이라고 생각할 수 있다. 즉, 제3도에 포락선 검파 후의 연속형 및 돌발형 파형의 일례를 나타낸다. 드레시호울드 Er로 잘랐을 때, 그것을 초과하는 부분이 지속시간(TD1), (TD2)-(TDn)으로 되며, 일정시간(TS)내에 있어서의 지속 시간의 총화 Σ TD(=TD1+TD2...+TDn)의 대소에 따라 판정한다. 또, 상기 드레시호울드 Er로서는 소정의 일정치를 선택해도 되고, 또는 일정시간(ES)내의 평균치보다 조금 높은 값을 선정해도 된다.

제4도는 특징판단부(14)의 동작을 나타내는 플로우차아트이다. 스텝 231-스텝 234A는 드레시호울드 Er을 결정하는 스텝이며, 만약 드레시호울드가 미리 결정된 일정치를 사용할 경우에는 이들 스텝은 불필요하다.

스텝 231에서 메모리에 간직하고 있던 데이터를 독출하고, 스텝 232에서 데이터의 적산을 한다. 스텝 233에서 상술한 일정시간(ES)의 적산이 완료되었는지를 판단하고, 데이터의 독출과 적선을 반복한다. 이 일정시간(ES)은 상술한 (TS)와 동일해도 된다.

일정시간(ES)내의 데이터의 적산이 종료되면 스텝 234에서 그 평균치를 연산한다. 이 연산식은 예를 들면 적산치를 시간(ES)에 대응한 샘플링회수로 제산하는 식으로 된다(스텝 234). 이 제산한 값에 소정치를 가산하여 조금 높게 한 값을 드레시호울드 Er로 한다(스텝 234A). 평균치보다 조금 높은 값을 사용하는 것이 바람직한 것은 정상시에 AE 센서의 출력이 대략 0으로 되고, 그 평균치가 대략 0으로 되면 드레시호울드도 대략 0으로 되어 노이즈의 영향을 받기 때문이다. 스텝 234-238은 상기 TD의 총화Σ TD를 연산하는 스텝이며, 스텝 235에서 메모리(5A)로부터 다시 데이터를 독출하고, 스텝 236에서 드레시호울드와 비교한다. 드레시호울드보다 큰 상태에서는 계수치 n을 증가시킨다. 데이터의 샘플링회수중 드레시호울드 Er보다 큰 샘플링입력으로 된 샘플링회수가 이 n으로 표시된다. 예를 들면 샘플링주기가 일정하면 이 계수치 n은 상기 총화 Σ TD를 나타낸다고 생각할 수 있다. 스텝 238에서 상기 일정시간(ES)내의 데이터판단을 모두 종료한것을 판단하면 이때의 계수 n은 상기 총화 Σ TD를 나타내는 값으로 생각할 수 있다. 이 N이 소정치보다 클때 파형 특징은 연속형이라고 생각할 수 있다.

제5도는 특징판단부(14)의 다른 실시예이며 파형의 피이크치를 이용하는 방법이다. 스텝 331-334는 제3도의 상승시간(TR)을 측정한다. 스텝 331에서 메모리의 유지데이터를 독출하고, 스텝 332에서 샘플링되어 메모리에 간직된 데이터와 소정의 드레시호울드 Er'를 비교한다. 만약 데이터쪽이 드레시호울드보다 크면 스텝 333에서 계수 n을 증가시킨다. 이 계수 n은 제3도의 상승시간(TR)을 나타내기 위한 것이다. 스텝 334에서 파형의 피이크를 검지한다. 이 피이크검지는 일반에게 알려진 방법으로 검지할 수 있다. 피이크검지의 시점에서의 계수 n은 제3도의 시간(TR)을 나타낸다. 이 시간(TR)이 소정치보다 큰가에 따라 스텝 335에서 파형의 특징이 연속형인지 아닌지를 판단한다. 소정치보다 크면 연속형으로 판단된다.

제2도의 특징판단부(14)는 제4도 또는 제5도의 신호처리 결과를 이용하여 신호의 특징을 판단하는 것이며, 이 판단결과에 의하여 이상의 원인이 제1표에 나타낸 I형인지 II형인지를 결정하고, 제2도의 스텝 161 또는 162에서 이상원인의 표시처리를 제1도의 출력부(8)에 대해 하고, 처리를 종료시킨다.

제6도는 본원 발명의 제2실시예를 설명하기 위한 계통도를 나타낸 것으로서, 복수 종류의 이상으로서 주파수 동조형인지 비동조형인지의 식별이 가능한 실시예가 표시된다.

제2표도 제1표와 같이, 발명자가 장시간의 실험을 하여 발견한 판단조건이다.

[표 2]

주 파 수 특 징	
회 전 수 동 조 형	회 전 수 비 동 조 형
회전체측에 기인하는 손상 (III 형)	정지체측의 손상 (IV 형)

주파수특징이 회전수 동조형인지 아닌지에 따라 이상원인이 III형인지 IV형인지를 진단할 수 있다. 이 진단의 구체적인 처리동작을 제6도에 나타낸다.

제6도는 제2도와 같이, 제1도의 신호해석평가부(7)의 동작을 계통도로 나타낸 것이다.

도면에서 제2도와 같이, 처리는 신호처리부(13)와 특징판단부(14)와 진단출력부(15)로 이루어진다. 여기서 스텝 131의 목적은 제2도와 같다. 스텝 133에서 포락선검파의 결과에 의해 제2표에 나타낸 동조형인지 아닌지를 판단하기 위한 처리를 한다. 구체적인 그 처리동작을 제7도에 나타낸다. 수납시간에 대해서는 회전주기의 최소한 5회전분 이상 끌어 들이는 것이 바람직하다. 스텝 431에서 포락선검파의 출력을 주파수 분석한다. 이 기술은 기본적으로는 FFT(Fast Fourier Transformer) 기술로서 알려져 있는 기술을 사용할 수 있다. 이 FFT 기술은 IEE PROCEEDING, VOL. 130, Part F, No. 6, October 1983, "Parallel pipeline fast Fourier transformer" by J. A. Johnston, B. Eng.에 표시되어 있다.

제6도에 있어서, (12)는 제1도의 회전신호검출부(6)로부터의 데이터를 전달하기 위한 스텝이다.

제7도에 있어서 스텝 432에서 주파수 분석결과로부터 주기를 검지한다. 이 주기가 제1도의 회전신호검출부(6)의 출력에 의해 검출된 회전체의 회전주기에 대략 일치하고 있을 경우에는 스텝 433에서 동조형으로 판단한다. 그렇지 않을 경우는 비동조형으로 된다.

제8도는 제7도의 동작과는 별도의 다른 실시예이며 스텝 431은 제7도의 스텝 431과 대략 동일하다. 스텝 435에서 주파수분석결과에 의한 주기 펄스를 계수하고, 그 계수치가 스텝 436에서 회전신호검출부(6)의 출력에 의한 주기펄스의 계수치와 일치한 것에 의해 동조형으로 판단한다. 이들 판단에 의하여 처리부(14)에서 IV형인지 III형인지의 판단을 하여 이상 원인을 표시한다.

상기 제2도, 제6도의 동작설명에서는 이상이 생긴 것을 전제로 하여 설명했지만 통상의 제어에서는 정상상태쪽이 많은 것은 당연하다. 이 정상시에는 포락선검파의 출력은 대략 0으로 된다. 이때에는 이상표시를 하지 않는 것은 당연하다.

이상 제2도 및 제6도에 의하여 기술한 2개의 실시예에서는 각기 2개의 종류의 이상진단을 했지만, 그 실시예에 표시된 파형분석과 주파수분석을 조합하면 6종류 이상의 이상진단이 가능해진다. 그와 같은 실시예를 제9도에 의해 설명한다.

제3표는 발명자가 실험을 반복해서 발견한 상세한 진단조건이다.

[표 3]

주파수특징 (포락선 검파파)		파형특징	
		연속형	돌발형
좁은 대역형	동조형	A1 (러빙)	A2 (로우터 균열)
	비동조형	B1 (저어널베어링의 메탈와이프)	B2 (금속피로 균열)
넓은 대역형	비동조형	C1 (저어널베어링의 한쪽만 닿기)	C2 (로울베어링의 손상)

(한쪽만 닿기=tilting)

이 제3표의 진단조건에 의한 진단공정을 제9도에 나타낸다.

다음에 제3표에 의해 진단동작의 근거로 되는 사고방식에 대해 설명한다. 즉, 회전기의 이상은 포락선 검파처리 후의 AE 신호에 대한 주파수특징과 파형특징으로 형태별로 분류할 수 있다. 제9도에 나타낸 바와 같이, 주파수특징에 의해 좁은 대역형과 넓은 대역형으로 나누고, 다시 회전주파수성분에 대해 동조형과 비동조형으로 나누고, 파형특성에 의해 연속형과 돌발형으로 나누면 6종류(A1, A2, B1, B2, C1, C2)의 이상요인으로 분류할 수 있다.

이 좁은 대역형과 넓은 대역형을 판단하는 방법에 대해 다음에 설명한다. 예를 들면 FFT의 결과를 사용하여 최대피이크진폭치의 피이크율에 착안하여, 다음 식을 만족하면 좁은 대역형, 그렇지 않으면 넓은 대역형으로 한다.

$$\frac{A_p}{\overline{A}} \geqq K_{fw}$$

여기서, A_p : FFT 최대피이크 진폭치

$\overline{A}$: FFT 평균진폭치

K_{fw} : 대역판정정수

구체적인 이상요인명으로서, 예를 들면 제3표의 ( )내에 나타낸 바와 같은 것이 판별 가능하다.

상술한 사고방식에 의한 진단동작의 구체적인 실시예에 대해 제9도에 의하여 설명한다. 본 동작을 기능적으로 분류하면 신호처리부(13), 특징판단부(14), 진단출력(15)으로 대별된다. 이들은 제1도, 제6도와 같다. AE 신호처리부(13)를 구성하는 포락선 검파처리부(131), 파형특성처리부(132), 주파수특성처리부(133)의 동작은 제1도, 제6도와 같으며, 이 다음에 특성판단부(14)에 입력된다. 상기 특성판단부(14)에서는 상기 신호처리부(13)의 결과를 사용하여 다음과 같은 판단을 한다. 대역판단스텝(141)은, 주파수 특징이 좁은 대역인지 넓은 대역인지의 판단을 하며, 동조성 판단스텝 142는 주파수특성이 회전신호(12)와 동조성 유무의 판단을 한다. 파형형태판단스텝 143, 144, 145는 연속형인지 돌발형인지의 판단을 한다.

이상과 같은 판단을 제9도에 의한 방법으로 함으로써 진단출력(15)에는 A1~C2까지의 6종류의 이상요인 별로 분류한 출력을 낼 수 있으며, 이 출력에 의해 이상표시가 가능해진다.

상기 파형형태판단스텝 143에 있어서 연속형인지 돌발형인지의 판단은 제2도에서 설명한 상기 파형특징 처리스텝 132의 결과를 사용하여 하게 된다. 다음에, 제6도의 상기 주파수특징처리스텝 133으로서는 주파수해석기능을 가진 것이라면 되며 제6도에서 설명한 방법으로 처리할 수 있다. 제10도에 주파수특징의 대역별 및 동조별의 특성예를 나타낸다. 제10도에 있어서, Fr은 회전주파수를 나타내며, 동조형은 주성분이 Fr과 일치하는 특성이다. 넓은 대역인지 좁은 대역인지의 판단기술만을 보면 이것은 알려져 있는 기술이며 이와 같이 알려져 있는 기술을 여기에 응용할 수 있다. 예를 들면 제7도나 제8도와 같이 주파수로 분류하고, 이 주파수성분의 출력이 광범위인지의 여부로 판단할 수 있다.

다음에 제3표에 나타낸 구체적인 이상요인에 대해 설명한다. A1의 예로서는 러빙이 있다. 러빙의 경우, 회전의 편심에서 마찰에 강약이 생기기 때문에 회전에 동조한 신호로 된다. A2의 예로서는 로우터균열이 있다. 로우터에 균열이 생기면 회전의 편심에 의해 어떤 회전각도에서 응력이 최대로 되고, 균열이 진행되기 때문에 회전동조의 돌발형 AE 신호가 발생한다. B1의 예로서는 저어널 베어링의 메탈와이프현상이 있다. 메탈와이프는 유막이 없어진 것에 의한 금속접촉으로 성장하기 때문에 축의 1회전중에 다수의 연속형 AE가 발생한다. 이 AE는 주기성은 가지고 있지만, 회전주파수에는 동조하고 있지 않는 것이 특징이다. B2의 예로서는 금속 피로에 의한 균열의 발생이 있다. C1의 예로서는 저어널베어링의 한쪽만 닿는 것에 의한 손상현상이 있다. C2의 예로서는 로울베얼링의 손상 미끄럼베어링의 손상으로 정도가 심한것 등이 있다.

다음에, 본원 발명의 다른 실시예에 대해 기술한다. 제11도 및 제13도는 이상의 종별의 진단외에 이상발생위치의 표정이 가능한 진단방식이다. 2계통 이상의 AE 센서 및 진단제어계를 설치하고, AE 신호의 도달 시간차에서 위치표정을 하는 것이다.

즉 하나의 계통은 AE 센서(2A), AE 신호(11A), 신호처리부(13A)(제2도의 블록 13과 동등), 특징판단부(14A)(제2도의 블록 14과 동등)로 이루어지며, 또 하나의 계통은 전적으로 동등한 (2B), (11B), (13B), (14A)로 이루어진다. 특징판단부(14A), (14B)에서 각기 돌발형 이상의 종별이 지금까지 기술

한 바와 같이 해서 판단된 다음 위치표정연산부(16)에서 시간차에 의한 위치(이상이 발생한 위치)가 표정된 표시장치(17)에 출력된다.

제11도의 실시예는 돌발형 신호로 판단되었을 경우의 발생원의 위치표정법에 대해 나타낸 것이다. 제12도에 나타낸 바와 같이, AE 센서(2A) 및 (2B)로부터의 2신호(S1), (S2)의 도착시간의 차를 계측하는 것으로서, 발생원의 위치는 중심으로부터의 거리 △L로서 다음 식에서 구할 수 있다.

$$\Delta L = V \cdot \frac{\Delta t}{2} \quad \cdots\cdots (1)$$

여기서, V는 음속, △t시간차이다.

제13도는 제11도와 같이 이상발생위치를 표정하는 실시예이지만 제11도의 경우가 돌발형인데 대해 제13도의 경우는 연속형의 것이다. 제13도에 있어서 제11도는 동일하거나 또는 동등한 부재에는 동일부호가 붙여져 있으며, 상이한 것은 제12도에서는 위치표정의 정밀도를 높이기 위해, 회전동기신호에 대해서만 가산평균처리부(18a), (18b)에 의해 처리한 위치표정을 하는 것이다.

특히 회전동조형의 경우에는 가산평균처리를 함으로써, 위치표정의 정밀도를 높일 수 있다. 제14도는 가산평균처리 후의 파형을 나타내며, 발생위치는 상기 (1)식으로 구할 수 있다.

제11도 및 제13도의 실시예에 있어서의 이상발생위치의 표정에 대해서는 상술한 미합중국 특허 제4,478,082호에 개시되어 있으므로 여기서는 그 상세를 생략한다.

본원 발명에 의하면 회전기의 손상이나 균열등, 방치해 두면 중대 사고를 초래할 염려가 있는 복수 이상 요인의 종별을 즉시 검지할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)의 음향신호를 검지하기 위한 AE 센서(2)와, 이 AE 센서(2)로부터의 음향신호에서 포락선(包絡線) 신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단(4), (131)과, 이 포락선검파처리 수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단(132)과, 이 파형특징처리수단으로부터의 출력신호에 의하여 상기 파형의 특징이 연속형인지 돌발형인지를 판정하는 특징판단수단(14)과, 이 특징판단수단으로부터의 출력신호를 출력 및 표시하기 위한 진단출력수단(15)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 파형특징처리수단(132)이, 소정 시간내에 있어서의 상기 파형신호의 평균치를 산출하는 수단(234)과, 이 평균치를 기준으로 드레시호울드(Er)를 산출하는 수단(234A)과, 상기 소정 시간내에 있어서, 상기 파형신호의 값이 상기 드레시호울드를 넘을 경우의 시간의 총화를 산출하는 수단(235)-(238)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 파형특징처리수단(132)이, 상기 파형신호의 값이 소정의 드레시호울드(Er')를 넘는 7파형 피이크치에 달하기까지의 시간을 검출하는 수단(331)-(334)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 4

회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)에서 발생되는 음향신호를 검지하기 위한 AE 센서(2)와, 상기 회전기(1)에 설치되어, 상기 회전기(1)의 회전신호를 검출하는 검출부(6)와, 이 AE 센서(2)로부터의 음향신호에서 포락선신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단(4), (131)과, 이 포락선검파처리수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단(133)과, 이 파형특징처리수단으로부터의 출력신호 및 상기 검출부(6)로부터의 출력신호에 의해 상기 파형의 특징이 동조형인지 비동조형인지를 판정하는 특징판단수단(14)과, 이 특징판단수단으로부터의 출력신호를 출력 및 표시하기 위한 진단 출력수단(15)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 파형특징처리수단(133)이, 상기 파형신호의 주파수를 분석하는 수단(431)과 그 주기를 검지하는 수단(432)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 6

제4항에 있어서, 상기 파형특징처리수단(133)이, 상기 파형신호의 주파수를 분석하는 수단(431)과, 주파수펄스를 계수하는 수단(435)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 7

회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)의 음향신호를 검지하기 위한 AE 센서(2)와, 상기 회전기(1)에 설치되어, 상기 회전기(1)의 회전신호를 검출하는 검출부(6)와, 이 AE 센서(2)로부터의 음향신호에서 포락선신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단(4), (131)과, 이 포락선검파처리수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단(132), (133)과, 이 파형특징처리수단으로부터의 출력신호 및 상기 검출부(6)로부터의 출력신호에 의해 상기 파형의 특징이 좁은 대역형인지, 넓은 대역형인지 또는 동조형인지, 비동조형인지 그리고 연속형인지, 비연속형인지를 판정하는 특징판단수단(14)과, 이 특징판단수단으로부터의 출력신호를 출력 및 표시하기

위한 진단출력수단(15)을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 8

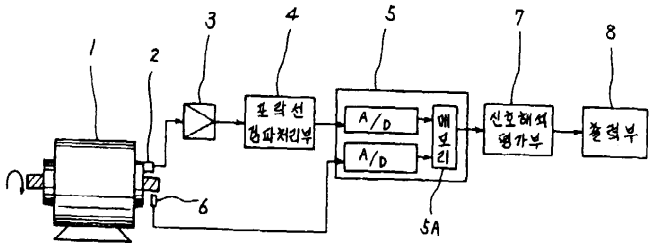
회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)의 음향신호를 검지하기 위한 제1AE 센서(2A)와; 이 AE 센서(2A)로부터의 음향신호에서 포락선신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단과, 이 포락선검파처리수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단을 포함하는 제1신호처리수단(13)과; 상기 제1신호처리수단(13)으로부터의 출력신호에 의하여 상기 파형의 특징이 돌발형임을 검지하는 제1특징판단수단(14A)과; 상기 회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)의 음향신호를 검지하기 위한 제2AE 센서(2B)와; 이 AE 센서(2B)로부터의 음향신호에서 포락선신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단과, 이 포락선검파처리수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단을 포함하는 제2신호처리수단(13B)과; 상기 제2신호처리수단(13B)으로부터의 출력신호에 의해 상기 파형의 특징이 연속형임을 검지하는 제2특징판단수단(14B)과; 상기 제1및 제2특징판단수단(14A), (14B)로부터의 출력신호에 의해 돌발형 이상의 발생위치를 표정하기 위한 위치표정연산부(16); 및 상기 발생위치를 표시하기 위한 수단을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

청구항 9

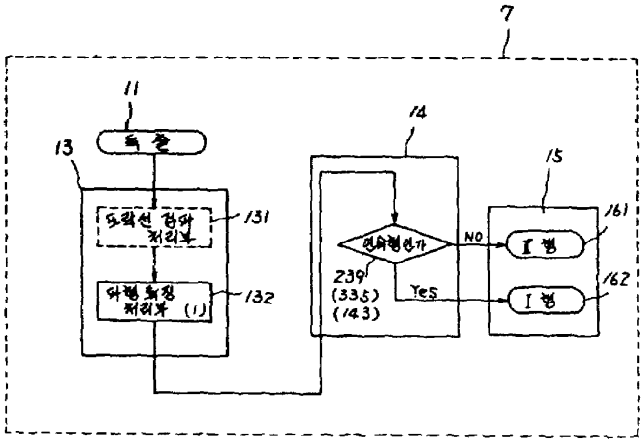
회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)의 음향신호를 검지하기 위한 제1AE 센서(2A)와; 이 AE 센서(2A)로부터의 음향신호에서 포락선신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단과, 이 포락선검파처리수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단을 포함하는 제1신호처리수단(13)과; 상기 제1신호처리수단(13)으로부터의 출력신호에 의해 상기 파형의 특징이 돌발형임을 검지하는 제1특징판단수단(14A)과; 상기 회전기(1)에 설치하여, 상기 회전기(1)의 음향신호를 검지하기 위한 제2AE 센서(2B)와; 이 AE 센서(2B)로부터의 음향신호에서 포락선신호를 얻기 위한 포락선검파처리수단과, 이 포락선검파처리수단으로부터의 출력신호파형의 파형의 특징을 검지하기 위해 신호처리를 하는 파형특징처리수단을 포함하는 제2신호처리수단(13B)과; 상기 제2신호처리수단(13B)으로부터의 출력신호에 의해 상기 파형의 특징이 돌발형임을 검지하는 제2특징판단수단(14B)과; 상기 제1 및 제2특징판단수단(14A), (14B)으로부터의 출력신호의 각각의 가산평균처리를 하기 위한 가산평균처리수단(18A), (18B)와; 상기 가산평균처리수단(18A), (18B)로부터의 출력신호에 의해 연속형 이상의 발생위치를 표정하기 위한 위치표정연산부(16); 및 상기 발생위치를 표시하기 위한 수단을 구비한 AE 방식 회전기 이상진단 시스템.

도면

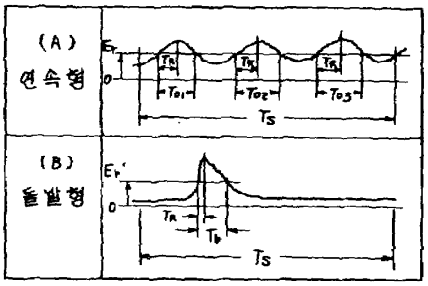
도면1



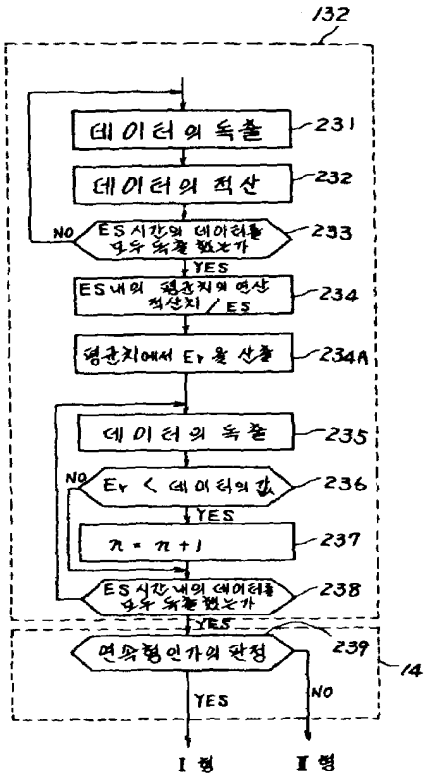
도면2



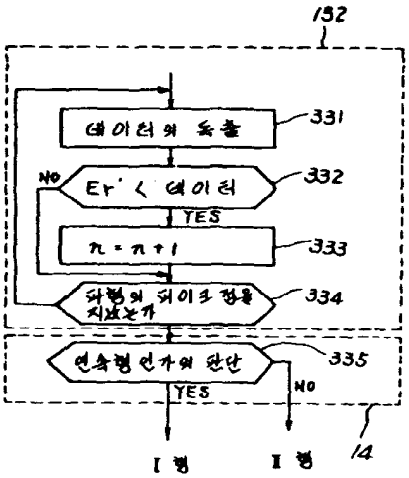
도면3


(A)
연속형
(B)
돌발형
Ts

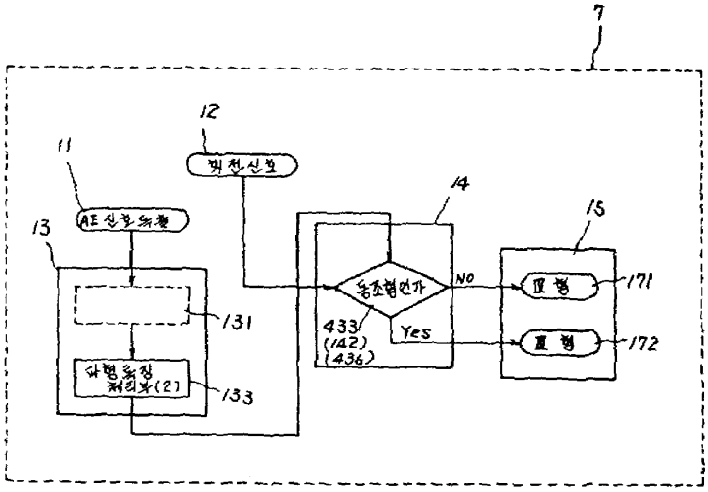
도면4


132
데이터의 독출
231
데이터의 적산
232
ES시간의 데이터를 모두 독출했는가
233
NO
YES
ES내의 평균치의 연산 적산치 / ES
234
평균치에서 Er 을 산출
234A
데이터의 독출
235
Er < 데이터의 값
236
n = n + 1
237
ES시간내의 데이터를 모두 독출했는가
238
연속형인가의 판정
239
14
I 형
II 형

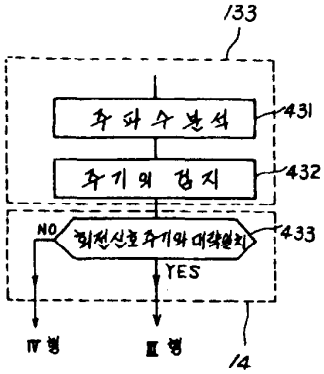
도면5


132
데이터의 독출
331
Er' < 데이터
332
n = n + 1
333
334
연속형인가의 판단
335
14
I 형
II 형

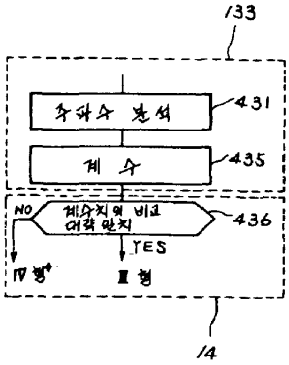
도면6


7
12
회전신호
11
AE 신호 유출
13
131
파형 특징 처리부(2)
133
14
동조형인가
NO
YES
433
(142)
(436)
15
Ⅳ 형
Ⅲ 형
171
172

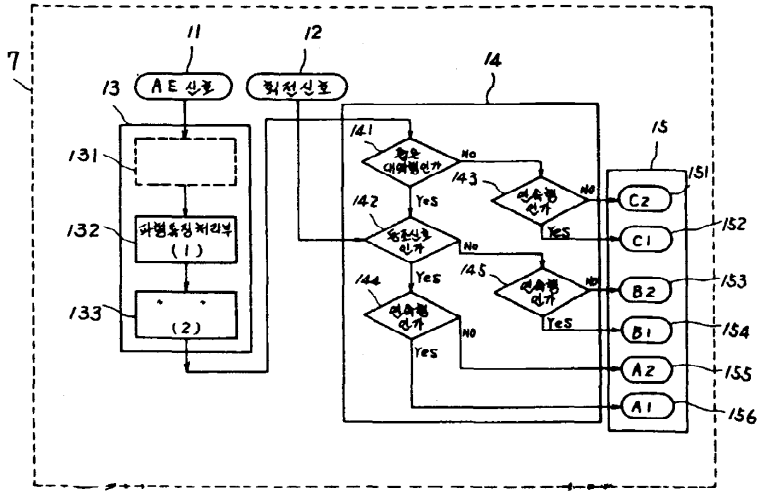
도면7


133
주파수 분석
431
주기의 검지
432
NO
회전신호 주기와 대략일치
433
YES
Ⅳ 형
Ⅲ 형
14

도면8


133
주파수 분석
431
계 수
435
NO
계수치의 비교 대략 일치
436
YES
Ⅳ 형
Ⅲ 형
14

도면9

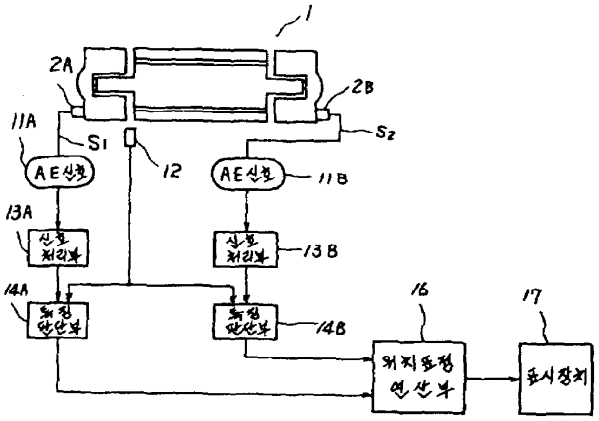


도면10

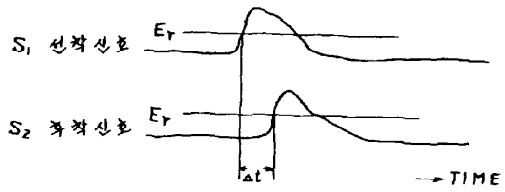
좁은 대역형 (A)	동조형	진폭 Fr Frequency
	비동조형	진폭 Fr Frequency
넓은 대역형 (B)	비동조형	진폭 Fr Frequency

FR : 회전주파수

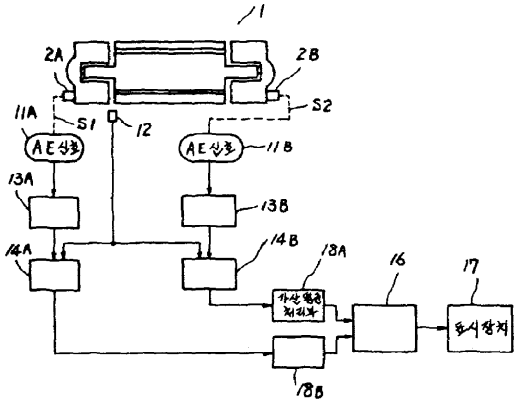
도면11



도면12



도면13



도면14

