



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월19일
(11) 등록번호 10-0874870
(24) 등록일자 2008년12월12일

(51) Int. Cl.

G01H 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0080016

(22) 출원일자 2007년08월09일

심사청구일자 2007년08월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020020096842 A*

WO199216063 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

울산대학교 산학협력단

울산 남구 무거2동 산29

(72) 발명자

노창수

부산광역시 해운대구 좌동 벽산1차아파트 106동 1002호

정의필

울산광역시 남구 무거2동 무거현대아파트 101동 207호

(74) 대리인

이풍우

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김천희

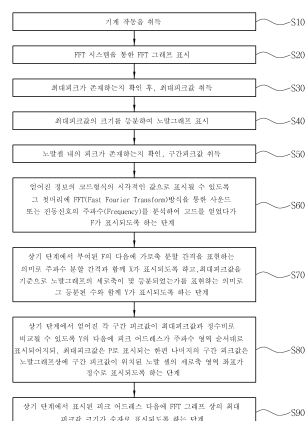
(54) 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법과 그 피크코드 및 그 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장에 촉진단방법

(57) 요약

본 발명은 정상상태의 각종 기계장치가 작동되는 과정에서 발생하는 고유의 작동음 또는 진동 신호로부터 주파수를 분석하여 노말 피크 코드를 취득한 후, 진단대상이 되는 기계장치로부터 측정되는 작동음 또는 진동 신호로부터 주파수를 분석하여 얻어진 측정 피크 코드와 비교하는 방식을 통하여 각종 기계장치의 고장여부를 판단할 수 있도록 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법과 그 피크 코드 및 그 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법에 관한 것이다.

따라서, 본 발명은 발전소를 비롯한 각종의 기계장치의 고장을 예측하는 시스템에 적용되기가 용이할 뿐만 아니라 실시간 예측이 가능한 장점과, 생산되는 제품의 불량 여부를 검수하는 과정에서 본 발명이 적용될 경우에는 제품의 정상 또는 비정상 상태의 판별이 보다 정확하고 신속하게 이루어져 제품의 생산단계에서부터 불량제품을 줄일 수 있는 장점이 있다. 특히, 본 발명은 흔히 사용되고 있는 바코드와 같이 작동소음이 발생 되는 모든 기계 장치에 적용될 경우에 해당 제품의 사후관리에 유용하게 활용될 수 있는 효과가 있다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	없음
부처명	산업자원부
연구사업명	지역혁신센터
연구과제명	네트워크 기반 자동화연구
주관기관	울산대학교 산학협력단
연구기간	2002년 07월 ~ 2012년 02월

특허청구의 범위

청구항 1

기계장치가 작동되는 과정에서 발생하는 작동음 또는 진동 신호를 취득하는 제 1단계(S10)와;

소정 주파수 대역의 간격과 소정 크기의 간격을 갖는 다수의 FFT 셀로 이루어진 FFT 그래프에 상기 단계에서 취득된 작동음 또는 진동 신호의 주파수를 FFT 변환시켜 그 크기가 표시되도록 하는 제 2단계(S20)와;

각각의 FFT 셀에 피크(peak)가 위치되는지를 확인한 후 각각의 피크들 중에서 가장 큰 크기를 갖는 피크 위치를 찾아 최대 피크값으로 정하는 제 3단계(S30)와;

최대 피크값의 높이를 기준으로 세로축 영역을 일정한 수로 등분하여 소정 주파수 대역의 간격과 소정 크기의 간격을 갖는 노말 셀로 이루어진 노말 그래프에 FFT 변환된 주파수의 크기가 표시되도록 하는 제 4단계(S40)와;

노말 그래프 상에서 소정 주파수 대역의 간격으로 구획된 각각의 가로축 구간 내에 위치한 피크들 중에서 가장 큰 크기의 피크를 찾아 구간 피크값으로 정하는 제 5단계(S50)와;

상기한 단계들을 거치면서 얻어진 정보들이 한꺼번에 코드 형식의 시각적인 값으로 표시될 수 있도록 하기 위한 과정의 하나로 그 첫머리에 FFT(Fast Fourier Transform) 방식을 통한 사운드 또는 진동 신호의 주파수(Frequency)를 분석하여 코드를 얻었다는 의미의 F가 표시되도록 하는 제 6단계(S60)와;

상기 제 6단계(S60)에서 부여된 F의 다음에 가로축 분할 간격을 표현하는 의미로 주파수 분할 간격과 함께 X가 표시되도록 하고, 최대 피크값을 기준으로 노말 그래프의 세로축이 몇 등분되었는가를 표현하는 의미로 그 등분된 수와 함께 Y가 표시되도록 하는 제 7단계(S70)와;

상기 제 5단계(S50)에서 얻어진 각 구간 피크값이 최대 피크값과 정수비로 비교될 수 있도록 상기 제 7단계(S70)에서 표시되는 Y 다음에 피크 어드레스가 주파수 영역 순서대로 표시되어지되, 최대 피크값은 P로 표시되는 한편 나머지의 구간 피크값은 노말 그래프 상에 구간 피크값이 위치한 노말 셀의 세로축 영역 좌표가 정수로 표시되도록 하는 제 8단계(S80)와;

상기 제 8단계(S80)에서 표시된 피크 어드레스 다음에 FFT 그래프 상의 최대 피크값 크기가 숫자로 표시되도록 하는 제 9단계(S90)를 포함하여 이루어지는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 P 또는 정수를 이용하여 피크 어드레스를 표시하는 제 8단계(S80)와 FFT 그래프 상의 최대 피크값이 숫자로 표시되도록 하는 제 9단계(S90)가 이루어지는 과정에서 피크 어드레스와 최대 피크 크기 사이의 영역 구분이 쉽게 이루어질 수 있도록 위한 기호가 표시되도록 하는 단계; 를 더 포함하여 이루어지는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

FFT 그래프 상의 FFT 셀 간격을 설정하는 과정인 제7단계(S70)에서 가로축은 100Hz 주파수 대역으로 구획되도록 설정된 것을 특징으로 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

노말 그래프 상에서 노말 셀을 구획하는 과정인 제7단계(S70)에서 세로축은 최대 피크값이 10등분 되도록 설정된 것을 특징으로 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 각각의 FFT 셀에 피크(peak)가 위치되는지를 확인한 후 각각의 피크들 중에서 가장 큰 크기를 갖는 피크 위치를 찾아 최대 피크값으로 정하는 제3단계(S30)는, 구간 피크값이 위치된 노말 셀 내의 피크가 2개이상 위치되었는가를 확인하는 단계(S31)와; 상기 단계(S31)에서 구간 피크값이 위치된 노말 셀 내에 2개 이상의 피크가 위치될 경우 그 정보가 피크 어드레스에 별도로 표시되도록 하는 단계(S32); 를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기한 단계(S31,S32)에서 표시되는 구간 피크값이 위치된 노말 셀 내의 피크 개수 정보는 각 피크 어드레스의 상부 일측에 첨자로 표시되도록 하는 것을 특징으로 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법.

청구항 7

제 1 항에 의한 방법을 통해서 코드 형식을 갖는 문자와 숫자는 용지에 인쇄되어 형성되는 것을 특징으로 하는 피크 코드.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기한 용지는 기계장치에 부착시킬 수 있는 스티커 타입인 것을 특징으로 하는 피크 코드.

청구항 9

제 1 항에 의한 방법을 통해서 정상상태의 기계장치로부터 얻어진 노말 피크 코드와 측정대상의 기계장치로부터 얻어진 측정 피크 코드를 비교한 후, 그 비교에 따른 결과가 허용오차 범위를 벗어날 경우에 측정대상의 기계장치가 정상이 아님을 판단하여 측정대상 기계장치의 고장을 예측할 수 있도록 하는 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

노말 피크 코드와 측정 피크 코드를 비교하는 과정에서 P가 위치되는 셀의 위치에 차이가 있는지를 판단하는 단계가 포함된 것을 특징으로 하는 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 영역분할기법을 이용한 피크 코드 부여방법과 그 피크 코드 및 그 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장예측 진단방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 정상상태의 각종 기계장치가 작동되는 과정에서 발생하는 고유의 작동음 또는 진동 신호로부터 사운드 주파수 또는 진동 주파수를 분석하여 노말 피크 코드를 취득한 후, 진단대상이 되는 기계장치로부터 측정되는 작동음 또는 진동 신호로부터 사운드 주파수 또는 진동 주파수를 분석하여 얻어진 측정 피크 코드와 비교하는 방식을 통하여 각종 기계장치의 고장여부를 판단할 수 있도록 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법과 그 피크 코드 및 그 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 산업현장에 설비되어 있는 각종의 기계장치는 작동시간이 오래 될수록 부품의 마모 등으로 인하여 고장이 발생될 가능성에 노출되어 있을 뿐만 아니라, 기계장치를 구성하는 부품들 중 소모품의 경우에는 주기적인 점검이나 교체가 이루어지는 것이 바람직하다. 특히, 대형의 기계장치는 주변 부품과 마찰되면서 회전동작되거나 이동동작되는 부분이 많이 포함되어 있기 때문에 유지 및 보수 관리가 소홀히 이루어질 경우에는 특정 부분에서의 고장발생으로 인하여 기계장치 전체의 구동이 이루어지지 못하게 되는 현상이 발생될 수도 있다.

- <3> 한편, 전력을 생산하여 각 가정이나 산업시설에 공급하는 발전소의 경우에는 일부 시설물의 고장으로 인해서 일시적으로나마 전력의 생산이 중단되면 엄청난 손실을 입게 된다. 특히, 대부분의 발전소 시설물은 대형일 뿐만 아니라 고가의 장비로 이루어져 있음에 따라서 고장이 발생될 경우에 신속한 수리가 어려운 문제점을 안고 있었다.
- <4> 따라서 발전설비를 비롯한 각종의 기계시설물이 구동되는 장소에서는 일부 장치의 고장으로 인해 손해가 커지는 것을 방지하고자 기계장치의 정기적인 점검을 실시한다거나 정기적으로 소모부품을 교체한다거나 고장을 예측하는 시스템을 도입하는 방식으로 고장사고의 예방에 최선을 다하고 있는 실정이다.
- <5> 그동안 산업설비의 고장을 예측하거나 진단하기 위한 시스템으로 알려진 방식으로는 기계장치로부터 발생하는 진동이나 소음 등을 모니터링하여 디지털 신호로 변환시킨 후, 정상상태의 디지털 신호와 비정상상태의 디지털 신호를 비교판단하는 방식이 주로 적용되는 정도이다. 지금까지 기계장치의 고장진단에서 사용된 신호처리 기술은 시간영역의 실효치(RMS), 첨두치(Peak-to-peak), 크레스트 팩터(Crest factor) 등과 주파수 영역에서의 스펙트럼 분석이 사용되고 있는 실정이다. 이와 같이 기계장치 등에서 발생하는 진동이나 소음의 신호를 주파수 영역에서 분석해보면 신호의 전체적인 특성과 오류를 찾아내는 데 적합하게 적용할 수가 있게 되는 것이다.
- <6> 그런데, 기계장치로의 진동이나 소음에 대한 스펙트럼을 주파수 영역에서 분석하는 기술은 고속 푸리에 변환(Fast Fourier Transform) 방식이 일반적인데, 이러한 변환방식은 데이터 량이 많을 때에 연산속도가 너무 느린 단점이 있었을 뿐만 아니라 연산된 데이터를 추론 시스템의 입력값으로 쓰게 될 경우에는 또 다른 연산이 필요하다는 단점이 있었다.
- <7> 한편, 기계장치의 상태를 진단하거나 고장을 예측하기 위한 종래의 기술들로는 대한민국 특허청 공개특허공보 10-2004-0015339호에 게재된 '기계장치에서 예측적 유지관리를 위한 진동 분석'과, 대한민국 특허청 등록특허공보 10-0666452호에 게재된 '회전기계의 상태 진단방법 및 그 방법을 사용하는 진단시스템' 등이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <8> 따라서 본 발명은 전술한 바와 같은 종래기술의 제반 문제점을 해결하기 위해서 안출된 것으로서, 정상상태의 각종 기계장치가 작동되는 과정에서 발생하는 고유의 작동음 또는 진동 신호로부터 사운드 주파수 또는 진동 주파수를 분석하여 노말 피크 코드를 취득한 후, 진단대상이 되는 기계장치로부터 측정되는 작동음 또는 진동 신호로부터 사운드 주파수 또는 진동 주파수를 분석하여 얻어진 측정 피크 코드와 비교하는 방식을 통하여 각종 기계장치의 고장여부를 판단할 수 있도록 하는 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법과 그 피크 코드 및 그 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법을 제공하는 데 목적이 있는 것이다.

과제 해결수단

- <9> 전술한 바와 같은 목적의 달성을 위한 수단으로서 본 발명은 다음과 같이 이루어진다. 즉, 본 발명에 따른 영역 분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법은 기계장치가 작동되는 과정에서 발생하는 작동음 또는 진동 신호를 취득하는 단계와; 소정 주파수 대역의 간격과 소정 크기의 간격을 갖는 다수의 FFT 셀로 이루어진 FFT 그래프에 상기 단계에서 취득된 작동음 또는 진동 신호의 주파수를 FFT 변환시켜 그 크기가 표시되도록 하는 단계와; 각각의 FFT 셀에 피크(peak)가 위치되는지를 확인한 후 각각의 피크들 중에서 가장 큰 크기를 갖는 피크 위치를 찾아 최대 피크값으로 정하는 단계와; 최대 피크값의 높이를 기준으로 세로축 영역을 일정한 수로 등분하여 소정 주파수 대역의 간격과 소정 크기의 간격을 갖는 노말 셀로 이루어진 노말 그래프에 FFT 변환된 주파수의 크기가 표시되도록 하는 단계와; 노말 그래프 상에서 소정 주파수 대역의 간격으로 구획된 각각의 가로축 구간 내에 위치한 피크들 중에서 가장 큰 크기의 피크를 찾아 구간 피크값으로 정하는 단계와; 상기한 단계들을 거치면서 얻어진 정보들이 한꺼번에 코드 형식의 시각적인 값으로 표시될 수 있도록 하기 위한 과정의 하나로 그 첫머리에 FFT(Fast Fourier Transform) 방식을 통한 사운드 또는 진동 신호의 주파수(Frequency)를 분석하여 코드를 얻었다는 의미의 F가 표시되도록 하는 단계와; 상기 단계에서 부여된 F의 다음에 가로축 분할 간격을 표현하는 의미로 주파수 분할 간격과 함께 X가 표시되도록 하고, 최대 피크값을 기준으로 노말 그래프의 세로축이 몇 등분되었는가를 표현하는 의미로 그 등분된 수와 함께 Y가 표시되도록 하는 단계와; 상기 단계에서 얻어진 각 구간 피크값이 최대 피크값과 정수비로 비교될 수 있도록 Y의 다음에 피크 어드레스가 주파수 영역 순서대로 표시되어지되, 최대 피크값은 P로 표시되는 한편 나머지의 구간 피크값은 노말 그래프 상에 구간 피크값이 위치한 노말 셀의 세로축 영역 좌표가 정수로 표시되도록 하는 단계와; 상기 단계에서 표시된 피크 어드레스 다음에

FFT 그래프 상의 최대 피크값 크기가 숫자로 표시되도록 하는 단계; 를 포함하여 이루어지는 것이다.

- <10> 또한, 본 발명에 따른 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법에서는 P 또는 숫자를 이용하여 피크 어드레스를 표시하는 단계와 FFT 그래프 상의 최대 피크값이 숫자로 표시되도록 하는 단계가 이루어지는 과정에서 피크 어드레스와 최대 피크 크기 사이의 영역 구분이 쉽게 이루어질 수 있도록 위한 기호가 표시되도록 하는 단계; 가 더 포함되어 이루어질 수 있는 것이다.
- <11> 또한, 본 발명에 따른 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법에서 FFT 그래프 상의 FFT 셀 간격을 설정하는 과정에서 가로축은 100Hz 주파수 대역으로 구획되도록 설정될 수 있는 것이다.
- <12> 또한, 본 발명에 따른 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법에서 노말 그래프 상에서 노말 셀을 구획하는 과정에서 세로축은 최대 피크값이 10등분되도록 설정될 수 있는 것이다.
- <13> 또한, 본 발명에 따른 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법은 구간 피크값이 위치한 노말 셀 내에 피크가 2개 이상 위치되었는가를 확인하는 단계와; 상기 단계에서 구간 피크값이 위치한 노말 셀 내에 2개 이상의 피크가 위치될 경우 그 정보가 피크 어드레스에 별도로 표시되도록 하는 단계; 를 더 포함하여 이루어질 수 있는 것이다.
- <14> 또한, 본 발명에 따른 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법에서는 구간 피크값이 위치한 노말 셀 내의 피크 개수 정보는 각 피크 어드레스의 상부 일측에 첨자로 표시되도록 설정될 수 있는 것이다.
- <15> 한편, 본 발명에 피크 코드는 코드 형식을 갖는 문자와 숫자는 용지에 인쇄되어 형성될 수 있는 것이다.
- <16> 또한, 본 발명에 따른 피크 코드는 기계장치에 부착시킬 수 있는 스티커 타입의 용지에 인쇄될 수 있는 것이다.
- <17> 그리고 본 발명에 따른 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법은 정상상태의 기계장치로부터 얻어진 노말 피크 코드와 측정대상의 기계장치로부터 얻어진 측정 피크 코드를 비교한 후, 그 비교에 따른 결과가 허용오차 범위를 벗어날 경우에 측정대상의 기계장치가 정상이 아님을 판단하여 측정대상 기계장치의 고장을 예측할 수 있도록 이루어지는 것이다.
- <18> 또한, 본 발명에 따른 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법에서 노말 피크 코드와 측정 피크 코드를 비교하는 과정에서 P가 위치되는 셀의 위치에 차이가 있는지를 판단하는 단계가 포함될 수 있는 것이다.

효 과

- <19> 진술한 바와 같은 수단으로 이루어지는 본 발명은 기계장치로부터 측정된 작동음 또는 진동신호를 주파수 분석하여 기계장치의 작동정보가 담긴 피크 코드를 부여할 수 있게 됨으로서, 발전소를 비롯한 각종의 기계장치의 고장을 예측하는 시스템에 적용되기가 용이할 뿐만 아니라 실시간 예측이 가능할 수 있는 커다란 장점이 있는 것이다.
- <20> 또한, 생산되는 제품의 불량여부를 검수하는 과정에서 본 발명이 적용될 경우에는 제품의 정상 또는 비정상 상태의 판별이 보다 정확하고 신속하게 이루어짐으로서 제품의 생산단계에서부터 불량제품을 줄일 수 있는 장점이 있는 것이다.
- <21> 특히, 본 발명은 흔히 사용되고 있는 바코드와 같이 작동소음이 발생하는 모든 기계장치에 적용될 경우에 해당 제품의 사후관리에 유용하게 활용될 수 있는 커다란 장점이 있는 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <22> 이하에서는 본 발명에 따른 영역분할기법을 이용한 피크 코드의 부여방법과 그 피크 코드 및 그 피크 코드를 이용한 기계장치의 고장진단방법에 대해서 첨부한 도면을 참조하면서 보다 상세하게 설명하기로 한다.
- <23> 도 1 은 본 발명에 따라 부여된 피크 코드의 예를 보인 도면이며, 도 2 는 본 발명에 의해서 피크 코드가 부여되는 과정을 보인 블록도이고, 도 3 은 본 발명에 따라 피크 코드를 부여하는 과정 중의 사운드 모니터링 시스템의 화면이며, 도 4 는 본 발명에 따른 FFT 그래프의 영역 분할 예를 보인 도면이며, 도 5 는 본 발명에 따른 노말 그래프의 영역 분할 예를 보인 도면이고, 도 6 은 본 발명의 실시예에 따라 부여된 피크 코드의 예를 보인 도면이고, 도 7 은 본 발명의 다른 실시예에 따른 노말 그래프의 도면이고, 도 8 은 본 발명의 다른 실시예에 따라 부여된 피크 코드의 예를 보인 도면이다.
- <24> 도면 중에 표시된 도면부호 10은 본 발명에 의해서 부여된 피크 코드를 지시하는 것으로서, 피크 코드(10)는 기

계장치에서 발생하는 작동음 또는 진동 신호를 취득한 후 그 기계장치 특유의 작동음 또는 진동 신호를 코드화시켜 활용되도록 하므로써 기계장치의 고장을 예측하거나 진단하는 과정이 보다 간단하고 신속하게 진행될 수 있도록 하는 것이다.

<25> 도 2에서는 피크 코드(10)가 부여되는 과정이 블록화되어 개략적으로 설명되고 있는데, 피크 코드(10)의 부여를 위한 첫 과정으로 정상(normal) 상태의 기계장치가 작동되는 과정에서 발생하는 작동음 또는 진동신호를 취득(S10)하게 되는데, 이렇게 취득된 작동음 또는 진동신호는 사운드 또는 진동신호 모니터링 시스템의 하나인 FFT(Fast Fourier Transform, 고속 푸리에 변환) 방식을 통해서 도 3에 도시된 모니터링 시스템(20)의 오른쪽 하단과 같이 주파수와 크기가 FFT 그래프(30)로 표시(S20)된다. FFT(고속 푸리에 변환)를 통한 작동음의 주파수 분석 및 진동신호의 주파수 분석은 이미 당업계에서 흔히 사용되고 있는 것인만큼, FFT를 통해서 작동음 또는 진동신호의 주파수 분석이 이루어지는 과정에 대한 설명은 생략하기로 한다. 이때, 사운드신호를 취득하는 과정에서는 마이크로폰이 이용될 수 있고, 진동신호를 취득하는 과정에서는 가속도 센서가 이용될 수 있는 것이다.

<26> 본 발명의 설명을 위해서 실시예의 하나로 표시된 FFT 그래프(30)에서는 60Hz 간격으로 육안으로도 확연히 구분될 수 있는 피크(peak)가 표시되고 있는데, 이와 같이 일정 간격으로 피크가 표시되는 현상은 각 기계장치의 고유적인 특성 중의 하나인 것이다. 또한, 기계장치의 구동상태에 따라서 낮은 크기로 표현되는 다수의 피크들이 나타날 수도 있는 것이지만, 본 발명의 실시과정에서는 육안으로 구분하기 어려운 정도의 낮은 크기의 피크들에 대해서는 필터링 등의 과정을 통해서 무시되도록 할 수도 있는 것이다.

<27> 한편, 도 4는 본 발명에 적용되는 영역분할기법의 예를 설명하기 위한 도면으로서, FFT 그래프(30)의 가로축(X축) 영역은 소정 주파수 대역의 간격으로 구획되고, 세로축(Y축) 영역은 소정 진폭 또는 크기의 간격으로 구획된다. 이렇게 구획되어 표시되는 각각의 셀은 설명의 편의를 위해서 FFT 셀이라고 하기로 한다. 또한, 각각의 FFT 셀은 XY좌표를 이용하여 (x,y)영역으로 표현될 수도 있는데, 이때 (x,y)영역이 의미하는 바는 좌표 자체를 의미하는 것이 아니라 가로(x-1번째축부터 x번째축까지)와 세로(y-1번째축부터 y번째축까지)로 이루어지는 영역을 의미하는 것이다. 예를 들어, 도 4에 표시된 FFT 그래프에서 (3,3)영역이라 함은 가로축 세번째와 세로축 세번째가 지칭하는 좌표가 아니라 가로축의 200Hz~300Hz 구간과 세로축의 0.005~0.0075 구간이 지시하는 영역을 의미하는 것이다.

<28> 전술한 방식으로 FFT 그래프(30)의 전체 영역은 다수의 FFT 셀로 분할된 후, 각각의 FFT 셀에 피크가 존재하는가를 확인하게 되는데, 이 과정에서 각각의 피크들 중에서 가장 큰 크기를 갖는 피크 위치를 찾아 그 위치를 최대 피크값으로 정하게 된다(S30). 본 발명의 일 실시예를 보이고 있는 도 3에서와 같이 모니터링 시스템(20)에는 FFT 그래프(30)와는 별도로 피크의 크기 및 주파수 대역이 표시될 수도 있다. 도 3의 모니터링 시스템(20)에서는 최대 피크값이 약 0.01867인 것으로 표시되고 있고, 두번째의 높이를 가지는 피크의 크기는 약 0.00898인 것으로 표시되고 있다. 또한, 모니터링 시스템(20)에는 기계장치의 고장을 진단하는 과정에서 그 진단결과가 표시될 수 있도록 하는 알람표시부(50)가 형성된다. 그런데 이와 같이 FFT 그래프 상의 피크 크기는 일반적으로 소수점 이하로 표시됨으로서 피크들 상호간의 크기를 비교하기가 용이하지 못하게 된다.

<29> 따라서 피크값들 상호간의 크기가 보다 간단하게 비교될 수 있도록 하기 위해서 도 3의 왼쪽 하단에 표시된 바와 같이 최대 피크값을 기준으로 그 크기가 소정의 간격으로 등분된 형태의 노말 그래프(40)가 표시된다(S40). 노말 그래프(40)의 경우도 소정 주파수 대역의 간격과 크기 간격으로 그 영역이 분할될 수 있는데, 설명의 편의를 위해서 그 분할영역은 노말 셀이라고 하기로 한다. 이때, 최대 피크값을 기준으로 다른 피크값이 쉽게 비교될 수 있도록 하기 위해서는 최대 피크의 크기가 10등분되는 것이 바람직할 것이다.

<30> 노말 그래프(40) 상에 위치된 각각의 노말 셀들에는 피크가 위치되는지를 확인하게 되는 과정이 진행되는 한편 가로축 구간 중 최고 높이의 피크가 위치된 영역 내의 피크에 대해서는 구간 피크값으로 정하게 되는 과정이 진행된다(S50). 도 5에 도시된 일 실시 예의 노말 그래프의 경우 구간 피크값을 갖는 노말 셀은 (1,10), (2,5), (3,4) (4,3)이다.

<31> 한편, 전술한 바와 같이 정해진 최대 피크값이 위치된 가로축 위치와, 그 최대 피크값에 크기에 대비되는 구간 피크값의 크기 및 세로축 위치와, 최대 피크값의 크기가 시각적인 정보로 한꺼번에 표시될 수 있도록 하는 과정(S60)을 통해 부여되는 것이 바로 도 1에 도시된 바와 같은 형식의 피크 코드(10)이다.

<32> 특히, 피크 코드(10)에는 피크 코드(10)를 부여하는 과정에서 사용된 사운드 또는 진동 신호 주파수 분석 방식에 대한 정보와, FFT 그래프의 분할된 영역에 대한 정보가 포함된다.

<33> 우선, 피크 코드(10)의 첫 머리에는 취득된 기계장치의 작동음 또는 진동 신호가 FFT 시스템을 통해서 주파수

(Frequency) 분석이 이루어졌음을 의미하는 표시로 'F'가 표시(S60)되도록 한다.

- <34> 또한, 노말 그래프(40)의 영역이 다수의 노말 셀로 분할되도록 하는 과정에서 노말 셀의 가로축 간격이 표현될 수 있도록 가로축 분할 간격과 함께 X가 표시되도록 하고, 세로축에 위치한 최고 피크값의 크기가 몇 등분되었는지가 표현될 수 있도록 등분된 수와 함께 Y가 표시되도록 한다(S70). 예를 들어, 노말 그래프의 가로축(X축)이 100Hz 간격으로 분할되었다면 100X로 표시되고, 세로축(Y축)이 최고 피크값을 10등분하여 분할되었다면 10Y로 표시되는 것이다. 즉, 가로축과 세로축에 대한 정보가 함께 표시하면 100X10Y가 되고, 여기에 주파수 분석 정보가 추가로 표시되면 경우에는 F100X10Y가 되는 것이다.
- <35> 그리고 F100X10Y와 같이 표시되는 주파수 분석 정보 및 노말 그래프 영역분할 정보가 위치되는 다음의 컬럼(column)에는 피크 어드레스(peak adress)가 표시된다. 즉, 전술한 바와 같이 노말 그래프(40)에 표시되는 구간 피크값의 높이가 주파수 영역의 순서대로 최고 피크값을 기준으로 정수비로 비교되도록 표시되는데, 최고 피크값은 'P'로 표시되는 한편 최고 피크값과 비교되는 다른 구간 피크값은 노말 그래프 상에 구간 피크값이 위치한 노말 셀의 세로축 영역 좌표가 정수로 표시되는 것이다(S80). 즉, 도 1에 표시되는 피크 코드(10)에서는 최고 피크값이 존재하는 노말 셀이 (1,y)의 영역에 있음을 알 수 있고, 도 6에 표시되는 피크 코드(10)에서는 최고 피크값이 존재하는 노말 셀이 (2,y)의 영역에 있음을 알 수 있는 것이다.
- <36> 피크 어드레스가 표시되는 컬럼의 다음에는 최고 피크값의 크기에 대한 정보가 숫자로 표시되는데(S90), 기계장치의 작동음 또는 진동신호로부터 FFT 시스템을 통한 주파수 분석 결과 최고 피크값이 소수점 이하로 나타나는 점을 감안하여 소수점 이하까지 표시될 수 있도록 한다. 즉, 도 1에 표시된 피크 코드(10)를 통해서는 최대 피크값이 0.01867임을 알 수 있게 되는 것이다.
- <37> 또한, 도 1에 도시된 피크 코드(10) 중에서 피크 어드레스의 두번째 컬럼의 숫자가 5로 표시됨으로서 (2,y) 영역에서 가지는 구간 피크값은 최고 피크값의 크기에 비해 절반의 크기로 나타남을 알 수 있게 된다. 즉, 피크 코드(10)에는 최고 피크값만이 직접적으로 표시되고 구간 피크값에 대해서는 직접적인 표시가 생략되었음으로서, 가로축 두번째 영역의 구간 피크값은 0.009335 정도로 예측할 수 있게 된다. 한편, 도 3의 모니터링 시스템 상에는 가로축 두번째 구간 피크값의 크기가 0.00898로 나타나는 것이다.
- <38> 특히, 피크 어드레스가 표시되는 컬럼과 최고 피크값이 표시되는 컬럼 사이에는 두가지 정보 사이의 구분이 쉽게 이루어질 수 있도록 '-'와 같은 기호가 표시되도록 할 수도 있다.
- <39> 또한, 구간 피크값이 위치되는 노말 셀 내에 또 다른 피크가 존재하는지를 확인하는 과정을 거친 후, 만약 노말 셀 내에 2개 이상의 피크가 존재하는 것으로 확인되면 그에 대한 정보도 피크 코드(10)에 표시될 수 있도록 할 수 있는 것이다. 이 때의 정보를 표시하는 방식으로는 피크 어드레스 중에서 해당 컬럼의 상부 일측에 첨자가 추가되는 방식이 적용될 수 있다. 즉, 구간 피크값이 존재하는 어느 노말 셀에 2개 이상의 피크가 존재하는 것으로 FFT 분석 결과 나타난다면 그 정보가 피크 어드레스에 표시되는 것이다. 예를 들어, 도 7에 도시되는 바와 같이 노말 그래프 상에서 (2,5)영역의 노말 셀에 2개의 피크가 존재한다면 피크 코드의 피크 어드레스는 도 8에 도시된 바와 같이 P5²43으로 표시될 수 있는 것이다.
- <40> 전술한 바와 같은 방법으로 부여된 피크 코드(10)는 흔히 사용되고 있는 바코드와 같이 스티커 등의 용지에 인쇄되는 형태로 표시될 수 있을 뿐만 아니라 기계장치 등에 바로 인쇄되는 형식으로 표시될 수도 있는 것이다.
- <41> 이와 같이 기계장치로부터 취득된 작동음 또는 진동 신호의 주파수를 분석한 후 얻어진 피크 코드(10)의 궁극적인 사용목적은 기계장치의 고장을 진단하거나 예측하는 데 사용될 수 있는 것이다.
- <42> 즉, 정상적인 상태의 기계장치로부터 취득된 작동음 또는 진동 신호를 주파수 분석하여 노말 피크 코드를 얻은 후 그 기계장치에 표시될 수 있도록 한다. 그리고 정기적인 점검과정 등을 통해서 해당 기계장치의 작동음 또는 진동 신호를 취득하여 전술한 바와 같은 방식으로 측정 피크 코드를 얻을 수 있도록 한다.
- <43> 이와 같이 기계장치의 점검과정에서 얻어진 측정 피크 코드는 노말 피크 코드와 비교되는데, 그 비교결과가 허용된 오차 범위를 벗어날 경우에는 해당 기계장치에 어떠한 오류가 있음을 예측할 수가 있게 되는 것이다.
- <44> 측정 피크 코드와 노말 피크 코드의 비교과정에서는 피크 어드레스에 존재하는 'P'가 위치되는 셀의 위치를 우선 확인하는 과정이 포함될 수 있는 것이다. 또한, 피크 어드레스 내에 존재하는 수에 차이가 있는지의 여부와, 최고 피크값에 차이가 있는지의 여부 등을 확인하는 과정이 포함될 수도 있는 것이다. 물론, 측정오차 및 기계의 사용연한 등을 고려한 오차 범위를 설정할 수 있는 과정이 포함될 수 있을 것이다.

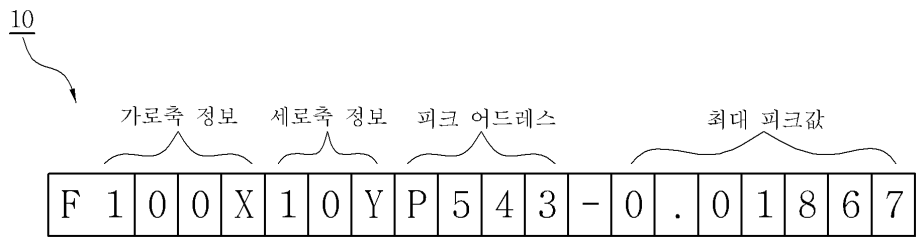
- <45> 전술한 바와 같이 본 발명에 의해서 부여되는 피크 코드(10)는 발전소의 설비와 같이 고가이고 대형의 시설물 뿐만 아니라 각종의 감지센서가 부착될 충분한 공간이 없는 소형의 장치에도 적용될 수 있는 것이다.
- <46> 특히, 해당 기계장치를 구성하는 부품들이 회전되거나 이동되는 과정에서는 각각의 장치별로 특유의 작동음 또는 진동 신호를 발생시키게 되는데, 이와 같은 특징을 활용하면 정상상태의 기계장치로부터 취득된 노말 피크 코드와 측정대상의 기계장치로부터 취득된 측정 피크 코드의 비교만을 통해서도 회전부품 자체의 불량인지 혹은 부품의 정렬에 이상이 있는 것인지 또는 베어링 등의 마찰부품에 문제가 있는 것인지 등의 여부를 판단할 수 있게 된다. 물론, 보다 정확한 판단결과를 얻기 위해서는 기계장치의 각종 상태에 따라서 달라지는 작동음 또는 진동 신호의 주파수를 분석하여 그 결과를 데이터 베이스화하는 과정이 필요할 것이다.
- <47> 도 9는 본 발명에 의해서 발전기의 작동음이 취득되는 과정에서 고장을 예측하기까지의 과정을 연구하는 과정에서 작성된 랩뷰(Labview)들 중의 하나이다. 물론, 본 발명에 의한 알고리즘이 도 9의 랩뷰에 표시된 바와 같이 한정되어 실행되는 것은 아니다.
- <48> 도 10은 본 발명에 의해서 주파수의 영역을 분할하는 과정을 보다 쉽게 이해할 수 있도록 하는 행렬식의 도면이다. 즉, 전술한 바와 같은 과정이 진행되는 동안에 FFT 해석을 통한 주파수의 특성은 도 10에 도시된 행렬식과 같이 표현될 수 있고, 그 행렬식에 표시되는 값이 피크 코드의 일부인 피크 어드레스로 표시될 수 있도록 할 수 있는 것이다. 또한, 분할된 주파수영역에 피크가 2개 이상 있을 경우에 세로축에서 같은 셀에 피크가 있을 때와 다른 셀에서 피크가 있을 때의 피크 코드가 도 10에 도시된 바와 같이 행렬식에 표시되는 알고리즘에 의해서 서로 다르게 표현될 수도 있는 것이다.
- <49> 전술한 바와 같이 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 설명하였지만, 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 않고 이하의 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진자라면 누구든지 다양한 변경 실시가 가능한 범위까지 본 발명의 기술적 정신이 있다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

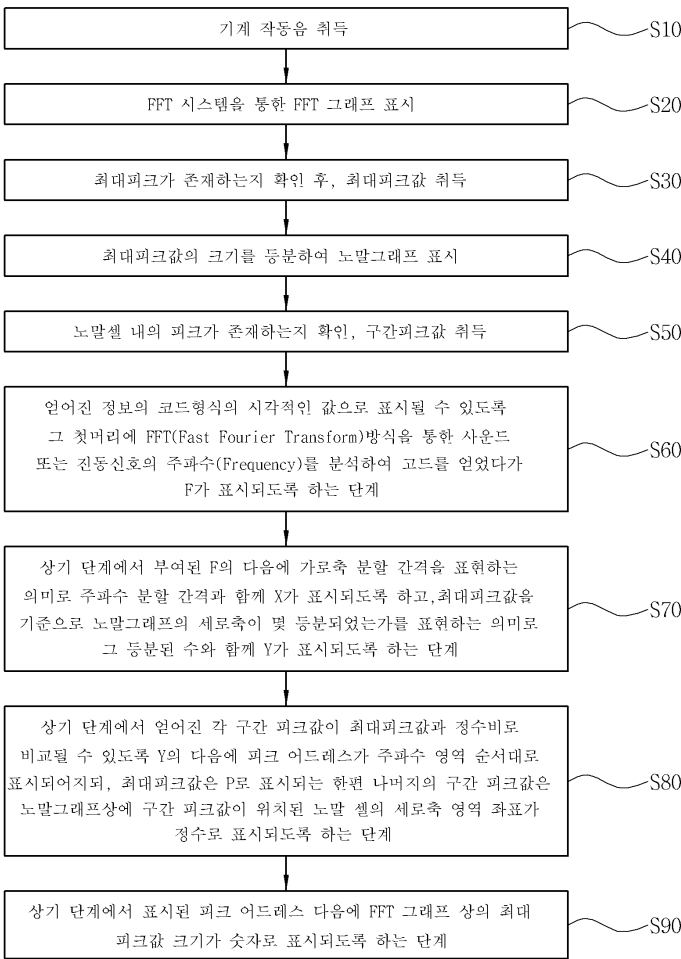
- <50> 도 1은 본 발명에 따라 부여된 피크 코드의 예를 보인 도면.
- <51> 도 2는 본 발명에 의해서 피크 코드가 부여되는 과정을 보인 블록도.
- <52> 도 3은 본 발명에 따라 피크 코드를 부여하는 과정 중의 모니터링 시스템의 화면.
- <53> 도 4는 본 발명에 따른 FFT 그래프의 영역 분할 예를 보인 도면.
- <54> 도 5는 본 발명에 따른 노말 그래프의 영역 분할 예를 보인 도면.
- <55> 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 부여된 피크 코드의 예를 보인 도면.
- <56> 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 노말 그래프.
- <57> 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따라 부여된 피크 코드의 예를 보인 도면.
- <58> 도 9는 본 발명에 의해서 발전기의 작동음이 취득되는 과정에서 고장을 예측하기까지의 과정을 연구하는 과정에서 작성된 랩뷰(Labview).
- <59> 도 10은 본 발명에 따른 영역분할기법이 행렬식으로 표시된 도면.
- <60> ※ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명
- | | |
|-------------------|---------------|
| <61> 10 : 피크 코드 | 20 : 모니터링 시스템 |
| <62> 30 : FFT 그래프 | 32 : FFT 셀 |
| <63> 40 : 노말 그래프 | 42 : 노말 셀 |

도면

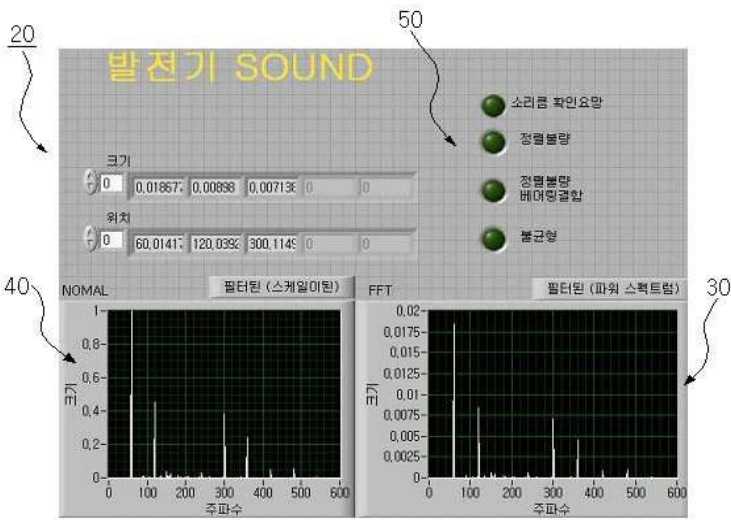
도면1



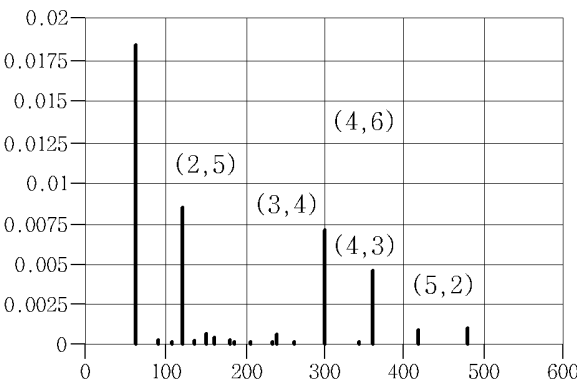
도면2



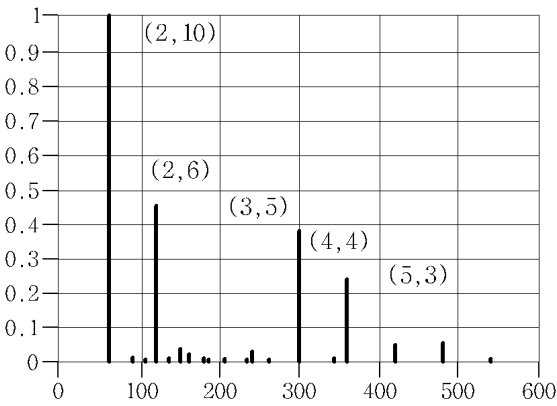
도면3



도면4



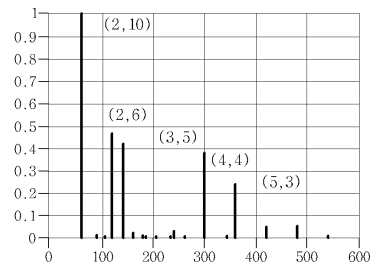
도면5



도면6

피크 어드레스
F 1 0 0 X 1 0 Y 5 P 4 3 - 0 . 0 1 8 6 7

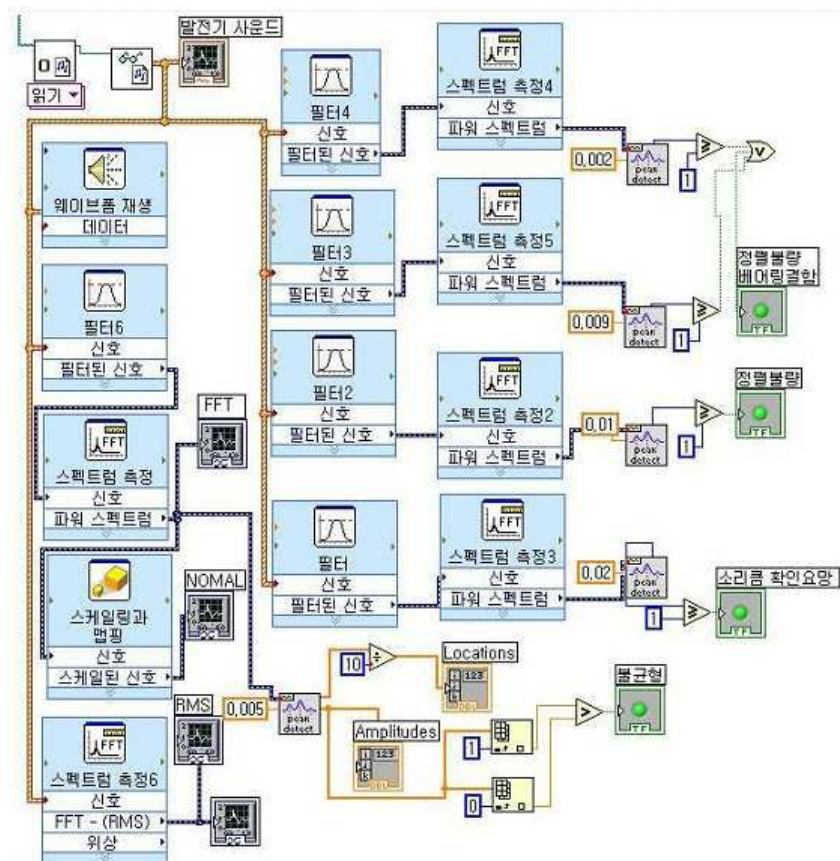
도면7



도면8

F 1 0 0 X 1 0 Y P 5 ² 4 3 - 0 . 0 1 8 6 7

도면9



도면10

영역 분할 알고리즘 - 행렬과 피크코드

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

피크코드

P 1 2 1 1

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

P : 가로축 첫번째, 최대 피크
1 : 가로축 두번째, 세로축 첫번째
2 : 가로축 세번째, 세로축 두번째
1 : 가로축 네번째, 세로축 첫번째
1 : 가로축 다섯번째, "

영역 분할 알고리즘 - 피크치만 행렬표시

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



피크코드

2 P 3² 1 1

$$\begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$



피크코드

2 P 3³ 1 1