(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년11월15일
(11) 등록번호 10-1329996
(24) 등록일자 2013년11월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23Q 15/22 (2006.01) *B23Q 15/06* (2006.01)
B23Q 15/013 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0086543
(22) 출원일자 2012년08월08일
심사청구일자 2012년08월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020040083912 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정의식
대전광역시 중구 서문로 96 센트럴파크 201-204
(74) 대리인
김정수

전체 청구항 수 : 총 22 항 심사관 : 최일승

(54) 발명의 명칭 **가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템**

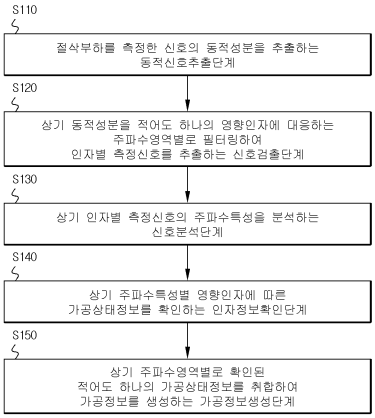
(57) 요 약

본 발명은 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템에 관한 것으로, 하나의 센서를 이용하여 복수의 영향인자별 가공상태(특징)를 확인할 수 있도록 한 것이다.

특히, 본 발명은 하나의 센서에 의해 측정된 절삭부하(절삭저항)를 절삭부하를 주파수영역에서 분석하고, 주파수영역별 특징에 기초하여 영향인자에 따른 가공상태를 확인할 수 있도록 함으로써, 선삭가공에 있어 다양한 절삭상태와 각 절삭상태별 절삭부하(절삭저항)의 동적성분과의 상관관계에 따라, 절삭상태의 인프로세스 인식을 효율적으로 수행할 수 있고, 시스템의 이상발생시 정확한 원인파악이 이루어질 수 있으며, 그에 따라 신속한 후속조치가 이루어질 수 있도록 하는 장점이 이다.

따라서, 절삭가공시스템을 포함하는 무인자동화 생산시스템 분야, 원격감시시스템 분야 및 이와 관련된 분야에서, 시스템의 신뢰성을 향상시킬 뿐만 아니라, 제품의 품질과 생산성 및 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

절삭부하를 측정한 신호의 동적성분을 추출하는 동적신호추출단계;

상기 동적성분을 적어도 하나의 영향인자에 대응하는 주파수영역별로 필터링하여 인자별 측정신호를 추출하는 신호검출단계;

상기 인자별 측정신호의 주파수특성을 분석하는 신호분석단계;

상기 주파수특성별 영향인자에 따른 가공상태정보를 확인하는 인자정보확인단계; 및

상기 주파수영역별로 확인된 적어도 하나의 가공상태정보를 취합하여 가공정보를 생성하는 가공정보생성단계;를 포함하고,

상기 인자별 측정신호는

칩형태 및 표면거칠기를 영향인자로 하는 제1 측정신호;

자유표면에 생성되는 균열주기를 영향인자로 하는 제2 측정신호;

공구지지부 및 절삭동력계 고유진동수를 영향인자로 하는 제3 측정신호; 및

공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 영향인자로 하는 제4 측정신호 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 신호분석단계는,

제1 측정신호의 최대진폭 및 주기 중 적어도 하나를 확인하고,

상기 인자정보확인단계는,

상기 최대진폭 및 주기 중 적어도 하나에 매칭된 칩형태를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 신호분석단계는,

제1 측정신호의 최대진폭에 대한 평균값을 확인하고,

상기 인자정보확인단계는,

상기 평균최대진폭과 설정된 거칠기경계값을 비교하여, 표면거칠기의 정상여부를 판단하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 신호분석단계는,

제2 측정신호의 최대진폭의 주기를 확인하고,

상기 인자정보확인단계는,

상기 최대진폭의 주기에 기초하여 자유표면의 균열주기를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 신호분석단계는,

제3 측정신호의 최대진폭의 주기를 확인하고,

상기 인자정보확인단계는,

상기 최대진폭의 주기에 기초하여 공구지지부 및 절삭동력계의 고유진동수를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 신호분석단계는,

제4 측정신호의 최대진폭의 주기를 확인하고,

상기 인자정보확인단계는,

상기 최대진폭의 주기에 기초하여 공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 신호분석단계는,

제4 측정신호의 평균에너지값을 산출하고,

상기 인자정보확인단계는,

상기 평균에너지값과 설정된 공구마멸한계값을 비교하여, 공구의 마멸정도를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법.

청구항 9

절삭부하를 측정하는 절삭부하감지부;

상기 절삭부하감지부에서 측정된 신호에서 동적성분을 추출하는 동적신호추출부;

상기 동적신호추출부에서 추출된 동적성분을 영향인자에 따라 설정된 주파수영역별로 필터링하여 인자별 측정신호를 추출하는 인자신호필터링부;

상기 인자신호필터링부에서 추출된 인자별 측정신호의 최대진폭 및 주기를 확인하는 주파수특성분석부;

상기 주파수특성분석부에서 확인된 인자별 측정신호의 최대진폭 및 주기에 따라 인자별 가공상태를 확인하는 가

공상태확인부; 및

상기 가공상태확인부에서 확인된 인자별 가공상태를 취합하여 가공정보를 생성하는 가공정보생성부를 포함하는 가공정보 추출 장치.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 동적신호추출부는 상기 절삭부하감지부에서 측정된 신호에서 0 내지 10kHz의 주파수를 갖는 신호를 동적신호로 추출하고,

상기 인자신호필터링부는,

상기 동적신호에서 1Hz 내지 500Hz의 주파수를 갖는 제1 측정신호를 추출하는 제1 필터회로;

상기 동적신호에서 500Hz 내지 3kHz의 주파수를 갖는 제2 측정신호를 추출하는 제2 필터회로;

상기 동적신호에서 3kHz 내지 5.5kHz의 주파수를 갖는 제3 측정신호를 추출하는 제3 필터회로; 및

상기 동적신호에서 5.5kHz 내지 8kHz의 주파수를 갖는 제4 측정신호를 추출하는 제4 필터회로 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치.

청구항 11

제 10항에 있어서,

칩형태별 신호의 최대진폭 및 주기를 저장하는 인자별특성정보저장부를 더 포함하고,

상기 가공상태확인부는,

상기 제1 필터회로에서 추출된 제1 측정신호의 최대진폭 및 주기를 상기 주파수특성분석부로부터 전송받고, 상기 인자별특성정보저장부에 저장된 칩형태별 신호의 최대진폭 및 주기와 비교하여, 현재 가공에 따른 칩형태를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치.

청구항 12

제 10항에 있어서,

표면거칠기의 정상여부를 판단하는 거칠기경계값으로 저장하는 인자별특성정보저장부를 더 포함하고,

상기 가공상태확인부는,

상기 제1 필터회로에서 추출된 제1 측정신호의 최대진폭을 상기 주파수특성분석부로부터 전송받고, 상기 인자별특성정보저장부에 저장된 거칠기경계값과 비교하여, 현재 가공에 따른 표면거칠기를 판단하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치.

청구항 13

제 10항에 있어서,

공구의 교체시기를 판단하는 기준이 되는 공구마멸한계값을 저장하는 인자별특성정보저장부를 더 포함하고,

상기 가공상태확인부는,

상기 제4 필터회로에서 추출된 제4 측정신호를 주파수특성분석부로부터 전송받아 샘플링하여 디지털신호로 변환한 후 평균에너지값을 산출하며, 상기 평균에너지값과 상기 인자별특성정보저장부에 저장된 공구마멸한계값을 비교하여, 현재 공구의 마멸정도를 확인하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치.

청구항 14

대상가공물의 가공을 위하여 동작되는 압전형 공구 동력계를 통해 절삭부하를 측정하는 부하측정단계;

상기 압전형 공구 동력계에서 측정된 신호의 동적성분에서, 적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수 영역별로 추출하고, 상기 측정신호에 기초하여 가공정보를 생성하는 가공정보추출단계;

상기 가공정보에 기초하여 상기 대상가공물의 가공상태를 출력하는 가공상태 디스플레이단계; 및

상기 대상가공물의 가공상태가 불량한 경우, 불량원인정보 및 이를 해결하기 위한 제어정보를 출력하는 문제 및 해결방법 디스플레이단계를 포함하는 가공정보 추출 방법을 이용한 가공장치 모니터링 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,

상기 가공정보추출단계는,

청구항 1, 청구항 3 내지 청구항 8 중 어느 하나의 가공정보 추출 방법으로 수행되는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법을 이용한 가공장치 모니터링 방법.

청구항 16

제 14항 또는 제 15에 있어서,

상기 제어정보에 따라 상기 대상가공물을 가공하기 위한 장치 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 장치제어단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 방법을 이용한 가공장치 모니터링 방법.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 문제 및 해결방법 디스플레이단계는,

상기 대상가공물의 가공방법에 따른 정상가공시 가공정보를 호출하는 정상가공정보호출단계;

상기 측정신호에 기초하여 생성된 가공정보와 호출된 정상가공정보를 비교하는 가공정보비교단계;

상기 정상가공정보와 정합되지 않는 영향인자에 대한 불량원인정보를 확인하는 불량원인분석단계;

상기 영향인자를 상기 정상가공정보에 정합되도록 하기 위한 제어정보를 생성하는 제어정보생성단계; 및

상기 불량원인정보 및 제어정보 중 적어도 하나를 출력하는 결과디스플레이단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 가공장치 모니터링 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,

상기 장치제어단계는,

표면거칠기가 비정상인 경우, 상기 대상가공물의 절삭속도, 절삭깊이 및 이송량 중 적어도 하나를 제어하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 방법.

청구항 19

제 17항에 있어서,

상기 장치제어단계는,

공구의 마멸이 한계값을 초과한 경우, 상기 대상가공물의 가공을 중단하고 공구의 교체를 요청하는 동작을 수행하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 방법.

청구항 20

압전형 공구 동력계에서 측정된 절삭부하에 대한 측정신호의 동적성분에서, 적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수영역별로 추출하고, 상기 측정신호에 기초하여 가공정보를 생성하는 가공정보추출장치;

대상가공물의 가공방법에 따른 정상가공정보 및 제어정보를 저장하는 가공정보저장장치;

상기 가공정보추출장치에서 생성된 가공정보와 상기 가공정보저장장치에 저장된 정상가공정보를 비교하고, 영향인자별 정상여부를 판단하는 데이터처리장치; 및

상기 데이터처리장치의 판단결과를 출력하는 디스플레이장치를 포함하는 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 시스템.

청구항 21

제 20항에 있어서,

상기 가공정보추출장치는,

청구항 9 내지 청구항 13 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 시스템.

청구항 22

제 20항 또는 제 21항에 있어서,

상기 데이터처리장치는,

상기 가공정보저장장치와 연동하여 상기 정상가공정보와 정합되지 않는 영향인자에 대한 불량원인정보를 확인하고, 그 결과를 상기 디스플레이장치에 출력하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 시스템.

청구항 23

제 22항에 있어서,

상기 영향인자를 상기 정상가공정보에 정합되도록 각 장치를 제어하는 장치별 제어장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 하나의 센서를 이용하여 복수의 영향인자별 가공상태(특징)를 확인할 수 있도록 한 것이다.

[0002] 특히, 본 발명은 하나의 센서에 의해 측정된 절삭부하(절삭저항)를 주파수영역에서 분석하고, 주파수영역별 특징에 기초하여 다양한 영향인자에 따른 가공상태를 확인할 수 있는 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 최근 들어, FMS(Flexible Manufacturing System), 특히 기계가공용 FMS가 무인자동화 생산시스템의 주류로 됨에 따라, 무인운전이라는 가동조건이 보편화되고 있다. 이와 같은 조건하에서, 생산시스템을 안전하고 효율적으로 가동시키기 위해서는, 시스템을 구성하는 공작기계 및 가공시스템 전체의 인프로세스(In Process) 상태인식, 특히 가공상태의 자동인식이 중요한 문제로 되고 있다.

[0004] 이러한 기술 중의 하나인 대한민국 등록특허공보 제10-1123395호 "고속 주축의 절삭 부하값을 이용한 절삭 가공 장치의 상태 모니터링 및 제어 방법"은, 주축의 상태를 실시간으로 모니터링하고, 절삭 조건을 제어할 수 있도록 함으로써, 자가진단기능을 갖는 절삭가공시스템(생산시스템)을 실현할 수 있도록 한 것이다.

[0005] 이 외에도, 절삭가공상태의 인식을 위하여 절삭저항이나 공구마멸의 측정을 목적으로 한 절삭동력계, AE센서 등이 개발되고 있다.

[0006] 그러나, 대한민국 등록특허공보 제10-1123395호를 포함하는 대부분의 생산시스템에서는, 하나의 센서가 하나의 현상을 측정대상으로 하고 있다.

[0007] 따라서, 생산시스템에서 여러 이상상태의 발생에 효율적으로 대응하기 위해서는, 생산시스템에 구성되는 센서의 수와 종류도 필연적으로 증가할 수 밖에 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 대한민국 등록특허공보 제10-1123395호 "고속 주축의 절삭 부하값을 이용한 절삭 가공 장치의 상태 모니터링 및 제어 방법"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해서, 본 발명은 하나의 센서를 이용하여 복수의 영향인자별 가공상태(특징)를 확인할 수 있는 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

[0010] 이를 위하여, 본 발명은 선삭가공에 있어 다양한 절삭상태와 각 절삭상태별 절삭부하(절삭저항)의 동적성분과의 상관관계에 따라, 절삭상태의 인프로세스 인식을 효율적으로 수행할 수 있는 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

[0011] 보다 구체적으로, 본 발명은 하나의 센서에 의해 측정된 절삭부하를 주파수영역에서 분석하고, 주파수영역별 신호의 특징에 기초하여 다양한 영향인자에 따른 가공상태를 확인할 수 있는 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기와 같은 목적을 달성하기 위해서, 본 발명에 따른 가공정보 추출 방법은, 절삭부하를 측정한 신호의 동적성분을 추출하는 동적신호추출단계; 상기 동적성분을 적어도 하나의 영향인자에 대응하는 주파수영역별로 필터링하여 인자별 측정신호를 추출하는 신호검출단계; 상기 인자별 측정신호의 주파수특성을 분석하는 신호분석단계;

상기 주파수특성별 영향인자에 따른 가공상태정보를 확인하는 인자정보확인단계; 및 상기 주파수영역별로 확인된 적어도 하나의 가공상태정보를 취합하여 가공정보를 생성하는 가공정보생성단계를 포함한다.

[0013] 또한, 상기 인자별 측정신호는 칩형태 및 표면거칠기를 영향인자로 하는 제1 측정신호; 자유표면에 생성되는 균열주기를 영향인자로 하는 제2 측정신호; 공구지지부 및 절삭동력계 고유진동수를 영향인자로 하는 제3 측정신호; 및 공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 영향인자로 하는 제4 측정신호 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0014] 또한, 상기 신호분석단계는, 제1 측정신호의 최대진폭 및 주기 중 적어도 하나를 확인하고, 상기 인자정보확인단계는, 상기 최대진폭 및 주기 중 적어도 하나에 매칭된 칩형태를 확인할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 신호분석단계는, 제1 측정신호의 최대진폭에 대한 평균값을 확인하고, 상기 인자정보확인단계는, 상기 평균최대진폭과 설정된 거칠기경계값을 비교하여, 표면거칠기의 정상여부를 판단할 수 있다.

[0016] 또한, 상기 신호분석단계는, 제2 측정신호의 최대진폭의 주기를 확인하고, 상기 인자정보확인단계는, 상기 최대진폭의 주기에 기초하여 자유표면의 균열주기를 확인할 수 있다.

[0017] 또한, 상기 신호분석단계는, 제3 측정신호의 최대진폭의 주기를 확인하고, 상기 인자정보확인단계는, 상기 최대진폭의 주기에 기초하여 공구지지부 및 절삭동력계의 고유진동수를 확인할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 신호분석단계는, 제4 측정신호의 최대진폭의 주기를 확인하고, 상기 인자정보확인단계는, 상기 최대진폭의 주기에 기초하여 공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 확인할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 신호분석단계는, 제4 측정신호의 평균에너지값을 산출하고, 상기 인자정보확인단계는, 상기 평균에너지값과 설정된 공구마멸한계값을 비교하여, 공구의 마멸정도를 확인할 수 있다.

[0020] 또한 본 발명에 따르면, 가공정보 추출 장치는, 절삭부하를 측정하는 절삭부하감지부; 상기 절삭부하감지부에서 측정된 신호에서 동적성분을 추출하는 동적신호추출부; 상기 동적신호추출부에서 추출된 동적성분을 영향인자에 따라 설정된 주파수영역별로 필터링하여 인자별 측정신호를 추출하는 인자신호필터링부; 상기 인자신호필터링부에서 추출된 인자별 측정신호의 최대진폭 및 주기를 확인하는 주파수특성분석부; 상기 주파수특성분석부에서 확인된 인자별 측정신호의 최대진폭 및 주기에 따라 인자별 가공상태를 확인하는 가공상태확인부; 및 상기 가공상태확인부에서 확인된 인자별 가공상태를 취합하여 가공정보를 생성하는 가공정보생성부를 포함한다.

[0021] 또한, 상기 동적신호추출부는 상기 절삭부하감지부에서 측정된 신호에서 0 내지 10kHz의 주파수를 갖는 신호를 동적신호로 추출하고, 상기 인자신호필터링부는, 상기 동적신호에서 1Hz 내지 500Hz의 주파수를 갖는 제1 측정신호를 추출하는 제1 필터회로; 상기 동적신호에서 500Hz 내지 3kHz의 주파수를 갖는 제2 측정신호를 추출하는 제2 필터회로; 상기 동적신호에서 3kHz 내지 5.5kHz의 주파수를 갖는 제3 측정신호를 추출하는 제3 필터회로; 및 상기 동적신호에서 5.5kHz 내지 8kHz의 주파수를 갖는 제4 측정신호를 추출하는 제4 필터회로 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0022] 또한, 칩형태별 신호의 최대진폭 및 주기를 저장하는 인자별특성정보저장부를 더 포함하고, 상기 가공상태확인부는, 상기 제1 필터회로에서 추출된 제1 측정신호의 최대진폭 및 주기를 상기 주파수특성분석부로부터 전송받고, 상기 인자별특성정보저장부에 저장된 칩형태별 신호의 최대진폭 및 주기와 비교하여, 현재 가공에 따른 칩형태를 확인할 수 있다.

[0023] 또한, 표면거칠기의 정상여부를 판단하는 거칠기경계값으로 저장하는 인자별특성정보저장부를 더 포함하고, 상기 가공상태확인부는, 상기 제1 필터회로에서 추출된 제1 측정신호의 최대진폭을 상기 주파수특성분석부로부터 전송받고, 상기 인자별특성정보저장부에 저장된 거칠기경계값과 비교하여, 현재 가공에 따른 표면거칠기를 판단할 수 있다.

[0024] 또한, 공구의 교체시기를 판단하는 기준이 되는 공구마멸한계값을 저장하는 인자별특성정보저장부를 더 포함하고, 상기 가공상태확인부는, 상기 제4 필터회로에서 추출된 제4 측정신호를 주파수특성분석부로부터 전송받아 샘플링하여 디지털신호로 변환한 후 평균에너지값을 산출하며, 상기 평균에너지값과 상기 인자별특성정보저장부에 저장된 공구마멸한계값을 비교하여, 현재 공구의 마멸정도를 확인할 수 있다.

[0025] 또한 본 발명에 따르면, 가공정보 추출 방법을 이용한 가공장치 모니터링 방법은, 대상가공물의 가공을 위하여 동작되는 압전형 공구 동력계를 통해 절삭부하를 측정하는 부하측정단계; 상기 압전형 공구 동력계에서 측정된 신호의 동적성분에서, 적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수영역별로 추출하고, 상기 측정신호에

기초하여 가공정보를 생성하는 가공정보추출단계; 상기 가공정보에 기초하여 상기 대상가공물의 가공상태를 출력하는 가공상태 디스플레이단계; 및 상기 대상가공물의 가공상태가 불량한 경우, 불량원인정보 및 이를 해결하기 위한 제어정보를 출력하는 문제 및 해결방법 디스플레이단계를 포함한다.

[0026] 또한, 상기 제어정보에 따라 상기 대상가공물을 가공하기 위한 장치 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 장치제어단계를 더 포함할 수 있다.

[0027] 또한, 상기 문제 및 해결방법 디스플레이단계는, 상기 대상가공물의 가공방법에 따른 정상가공시 가공정보를 호출하는 정상가공정보호출단계; 상기 측정신호에 기초하여 생성된 가공정보와 호출된 정상가공정보를 비교하는 가공정보비교단계; 상기 정상가공정보와 정합되지 않는 영향인자에 대한 불량원인정보를 확인하는 불량원인분석단계; 상기 영향인자를 상기 정상가공정보에 정합되도록 하기 위한 제어정보를 생성하는 제어정보생성단계; 및 상기 불량원인정보 및 제어정보 중 적어도 하나를 출력하는 결과디스플레이단계를 포함할 수 있다.

[0028] 또한, 상기 장치제어단계는, 표면거칠기가 비정상인 경우, 상기 대상가공물의 절삭속도, 절삭깊이 및 이송량 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.

[0029] 또한, 상기 장치제어단계는, 공구의 마멸이 한계값을 초과한 경우, 상기 대상가공물의 가공을 중단하고 공구의 교체를 요청하는 동작을 수행할 수 있다.

[0030] 또한 본 발명에 따르면, 가공정보 추출 장치를 이용한 가공장치 모니터링 시스템은, 압전형 공구 동력계에서 측정된 절삭부하에 대한 측정신호의 동적성분에서, 적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수영역별로 추출하고, 상기 측정신호에 기초하여 가공정보를 생성하는 가공정보추출장치; 대상가공물의 가공방법에 따른 정상가공정보 및 제어정보를 저장하는 가공정보저장장치; 상기 가공정보추출장치에서 생성된 가공정보와 상기 가공정보저장장치에 저장된 정상가공정보를 비교하고, 영향인자별 정상여부를 판단하는 데이터처리장치; 및 상기 데이터처리장치의 판단결과를 출력하는 디스플레이장치를 포함한다.

[0031] 또한, 상기 데이터처리장치는, 상기 가공정보저장장치와 연동하여 상기 정상가공정보와 정합되지 않는 영향인자에 대한 불량원인정보를 확인하고, 그 결과를 상기 디스플레이장치에 출력할 수 있다.

[0032] 또한, 상기 영향인자를 상기 정상가공정보에 정합되도록 각 장치를 제어하는 장치별 제어장치를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0033] 상기와 같은 해결수단에 의해, 본 발명은 선삭가공에 있어 다양한 절삭상태와 각 절삭상태별 절삭부하(절삭저항)의 동적성분과의 상관관계에 따라, 절삭상태의 인프로세스 인식을 효율적으로 수행할 수 있는 장점이 있다.

[0034] 특히, 본 발명은 하나의 센서만으로도 다양한 영향인자 및 인자별 가공상태를 확인할 수 있음으로써, 시스템의 구축비용을 절감할 뿐만 아니라 전체 시스템의 유지 및 보수가 용이하고 제품의 제조단가를 낮추는 효과가 있다.

[0035] 또한, 효율적인 인프로세스 인식을 통해, 시스템의 이상발생시 정확한 원인파악이 이루어질 수 있으며, 그에 따라 신속한 후속조치가 이루어질 수 있도록 하는 장점이 이다.

[0036] 따라서, 절삭가공시스템을 포함하는 무인자동화 생산시스템 분야, 원격감시시스템 분야 및 이와 관련된 분야에서, 시스템의 신뢰성을 향상시킬 뿐만 아니라, 제품의 품질과 생산성 및 경쟁력을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0037] 도 1은 본 발명에 따른 가공정보 추출 방법을 설명하는 흐름도이다.

도 2는 본 발명에 따른 가공정보 추출 장치를 설명하는 블록도이다.

도 3은 가공시 발생되는 칩(Chip)의 형태에 따른 구분을 설명하는 표이다.

도 4는 본 발명에 따른 가공장치 모니터링 방법을 설명하는 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 다른 가공장치 모니터링 시스템을 설명하는 블록도이다.

도 6은 본 발명에 의한 절삭부하의 동적성분 및 영역별 추출신호를 설명하는 그래프이다.

도 7은 본 발명에 의한 칩의 형태에 따른 신호를 설명하는 그래프이다.

도 8은 본 발명에 의한 칩의 파단형 및 연속형의 구분을 설명하는 그래프이다.

도 9는 본 발명에 의한 공구의 마멸을 검출하는 방법을 설명하는 그래프이다.

도 10은 본 발명에 의한 공구의 여유면마멸폭과 평균에너지값의 대응을 설명하는 그래프이다.

도 11은 본 발명에 의한 공구의 마멸정도에 따른 평균에너지값의 변화를 설명하는 그래프이다.

도 12는 본 발명에 의한 표면거칠기의 상태인식을 설명하는 그래프이다.

도 13은 본 발명에 의한 절삭가공시 이송량에 따른 표면거칠기를 설명하는 그래프이다.

도 14는 본 발명에 의한 절삭가공시 절삭속도에 따른 표면거칠기를 설명하는 그래프이다.

도 15는 본 발명에 의한 절삭가공시 표면거칠기가 일정하게 유지되는 임계절삭속도를 설명하는 그래프이다.

도 16 내지 도 18은 본 발명에 의한 절삭가공시 다양한 이송량에 따른 표면거칠기에 따른 동적성분의 영역별 추출신호를 설명하는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 본 발명에 따른 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템에 대한 예는 다양하게 적용할 수 있으며, 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 가장 바람직한 실시 예에 대해 설명하기로 한다.

[0039] 도 1은 본 발명에 따른 가공정보 추출 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0040] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 가공정보 추출 방법은 동적신호추출단계(단계 S110), 신호검출단계(단계 S120), 신호분석단계(단계 S130), 인자정보확인단계(단계 S140) 및 가공정보생성단계(단계 S150)를 포함한다.

[0041] 동적신호추출단계(단계 S110)는 절삭부하를 측정한 신호의 동적성분을 추출한다.

[0042] 절삭가공시 발생되는 칩(Chip)이 비교적 안정하게 파단상태로 생성되는 경우, 도 6의 (a)에 나타난 바와 같이 공구의 주분력방향에 대한 동적성분을 얻을 수 있다. 그리고, 도 6의 (a)와 같은 동적성분의 특정 영역을 주파수 분석하여 도 6의 (b) 및 (c)와 같은 신호를 얻을 수 있다.

[0043] 이를 구체적으로 살펴보면, 도 6의 (a)에 나타난 바와 같이 제1 주파수영역(F1), 제2 주파수영역(F2), 제3 주파수영역(F3) 및 제4 주파수영역(F4)에서 각각 극대치가 일어나고 있다.

[0044] 이와 같은, 극대치의 발생원인을 조사하기 위하여, 공구 및 동력계의 각부에 가속도계를 설치하고, 절삭중에 진동상태를 관찰하였다. 그리고 공구에 충격하중을 가하여 그때의 고유진동수를 측정하였다.

[0045] 그 결과, 제3 주파수영역(F3) 및 제4 주파수영역(F4)은 공구지지부 및 절삭동력계, 그리고 공구의 주분력방향의 고유진동수에 대응하는 주파수성분임이 확인되었다. 또한, 제1 주파수영역(F1) 및 제2 주파수영역(F2)은 절삭조건이나 공구의 형상, 특히 생성되는 칩의 형태에 따라 크게 변화하는 경향이 있다. 이점에 관하여 여러 절삭조건하에서 상세히 조사한 결과, 이들은 칩의 파단주기 및 자유표면에 생성되는 균열주기에 대응하는 주파수성분임이 확인되었다.

[0046] 이상과 같이, 절삭저항의 동적성분에는 공작기계를 구성하는 각계(공작기계-공구-공작물계)의 고유진동수와 절삭과정에서 발생하는 칩생성기구등, 서로 독립되어 있는 것으로 생각되는 주파수성분으로 구성되어 있음을 알 수 있다.

[0047] 그리고, 얻어진 출력신호인 도 6의 (b)는 이들이 합성된 랜덤(Random)한 성질을 갖는 중첩파로, 그 최대진폭은 각 주파수성분에 대응하는 진폭들의 대수화로 나타나고 있음을 의미한다. 즉, 절삭저항의 동적성분에 포함되어 있는 각종 영향인자를 주파수 분석결과에 의해 각 성분의 영역을 결정하고, 측정된 동적성분을 그에 대응하는 차단주파수를 갖는 BPF(Band Pass Filter)에 통과시킨다음, 얻어진 각 출력파형의 최대 진폭을 나타내는 도 6의 (c)를 하나의 영향인자로 간주할 수 있다.

[0048] 따라서, 이와 같은 방법으로 신호처리를 행하는 것에 의해, 절삭저항의 동적성분을 여러종류의 절삭상태를 인식

하기 위한 정보로 활용할 수 있다.

[0049] 신호검출단계(단계 S120)는 동적성분을 적어도 하나의 영향인자에 대응하는 주파수영역별로 필터링하여 인자별 측정신호를 추출한다. 여기서, 인자별 측정신호는 칩형태 및 표면거칠기를 영향인자로 하는 제1 측정신호(예를 들어, 도 6의 (a)에 나타난 "F1"영역의 신호), 자유표면에 생성되는 균열주기를 영향인자로 하는 제2 측정신호(예를 들어, 도 6의 (a)에 나타난 "F2"영역의 신호), 공구지지부 및 절삭동력계 고유진동수를 영향인자로 하는 제3 측정신호(예를 들어, 도 6의 (a)에 나타난 "F3"영역의 신호) 및 공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 영향인자로 하는 제4 측정신호(예를 들어, 도 6의 (a)에 나타난 "F4"영역의 신호) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0050] 신호분석단계(단계 S130)는 인자별 측정신호의 주파수특성을 분석하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 상기 주파수특성별 영향인자에 따른 가공상태정보를 확인한다.

[0051] 일 실시예에서, 영향인자가 가공시 칩의 형태인 경우, 신호분석단계(단계 S130)는 제1 측정신호(F1)의 최대진폭 및 주기 중 적어도 하나를 확인하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 제1 측정신호(F1)의 최대진폭 및 주기 중 적어도 하나에 매칭된 칩형태를 확인한다.

[0052] 예를 들어, 제1 측정신호(F1)의 최대진폭 및 주기에 따른 신호가 도 7의 (a)에 나타난 신호 중 첫 번째 신호와 유사한 경우, 현재 가공시 칩의 형태가 "LCC"인 것으로 판단할 수 있다.

[0053] 여기서, 도 7의 (a)는 SNMA(Chip Breaker가 없는) 타입의 칩형태에 따른 신호의 예들을 나타낸 파형이고, 도 7의 (b)는 SNGG(Chip Breaker가 있는) 타입의 칩형태에 따른 신호의 예들을 나타낸 파형이다. 이와 같은, 칩의 형태별 분류는 도 3에 나타난 바와 같다.

[0054] 한편, 칩형태는 절삭조건 및 공구의 형상, 그리고 동일절삭조건에서도 시시각각으로 변화하지만, 칩 처리성의 관점에서 생각하면, 어느 주파수영역(예를 들어, 도 6의 F1영역)의 동적성분에 의해 칩형태 및 배출상태 등을 구별하여 인식할 수 있음을 알 수 있다. 즉, 동적성분의 최대진폭을 감시하는 것에 의해 처리성이 양호한 파단형 칩의 인프로세스 인식이 가능하다.

[0055] 또한, 도 8에 나타난 바와 같이, 생성되는 칩이 연속형일 경우 절삭이 진행됨에 따라 경사면마멸은 거의 일정하게 증대하며, 절삭저항의 연속형 동적성분(CT, Continuous Type)도 증대하고 있다. 이때, 동일 경사면 마멸상태에서 절삭조건을 변화하여 생성되는 칩형태를 연속형에서 파단형으로 변화시키면, 파단형 동작성분(BT, Broken Type)은 연속형 동적성분(CT)에 비하여 약 3배 정도로 크게 되어 명백한 차이를 나타내고 있다. 즉, 실제적인 절삭상태에서도 경계값을 설정(Set-Threshold)하여 절삭저항의 동적성분을 감시하면, 생성되는 칩형태가 처리성이 양호한 파단형인가 아닌가를 충분한 신뢰성과 함께 인프로세스로 인식할 수 있다.

[0056] 다른 일 실시예에서, 신호분석단계(단계 S130)는 제2 측정신호(F2)의 최대진폭의 주기를 확인하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 제2 측정신호(F2)의 최대진폭의 주기에 기초하여 자유표면의 균열주기를 확인할 수 있다.

[0057] 또 다른 일 실시예에서, 신호분석단계(단계 S130)는 제3 측정신호(F3)의 최대진폭의 주기를 확인하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 제3 측정신호(F3)의 최대진폭의 주기에 기초하여 공구지지부 및 절삭동력계의 고유진동수를 확인할 수 있다.

[0058] 또 다른 일 실시예에서, 신호분석단계(단계 S130)는 제4 측정신호(F4)의 최대진폭의 주기를 확인하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 제4 측정신호(F4)의 최대진폭의 주기에 기초하여 공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 확인할 수 있다.

[0059] 또 다른 일 실시예에서, 신호분석단계(단계 S130)는 제4 측정신호(F4)의 평균에너지값을 산출하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 제4 측정신호(F4)의 평균에너지값과 설정된 공구마멸한계값을 비교하여, 공구의 마멸정도를 확인할 수 있다.

[0060] 예를 들어, 공구의 마멸진행에 따른 동적성분의 주파수성분(0~10kHz) 변화를 조사하고, 이는 RMS 값 12회를 평균하여 도 9와 같은 그래프를 얻을 수 있다.

[0061] 도 9에 나타난 바와 같이, 공구의 마멸발생시 절삭저항의 동적성분은 크게 칩생성 등을 포함하는 각종 절삭현상과 공구의 고유진동수(약 6kHz)를 포함하는 공구계에 관련된 주파수성분으로 구성되어 있음을 알 수 있으며, 이들 각영역에서 동적성분의 극대치가 일어나고 있다. 이 경우, 특히 공구의 고유진동수 6kHz 부근의 동적성분의 진폭(스펙트럼의 피크값)은 여유면마멸폭(Vb)의 마멸정도에 따라 크게 변화하고 있다.

[0062] 따라서, 5~8kHz의 주파수영역에 포함된 성분을 추출하여 얻어진 신호의 평균에너지값(Ea)를 산출하여 공구마멸 상태의 인프로세스 인식의 수행할 수 있다.

[0063] 도 10을 참조하면, 여유면마멸폭(Vb)에 따른 평균에너지값(Ea)은 절삭조건에 관계없이, 약 0.3mm 이하의 여유면 마멸폭(Vb)에서 거의 일정하게 마멸진행에 따라 비례적으로 증가하다가, 그 이상이 되면 급격히 증대하고 있다. 다시 말해, 과도한 마멸에 의해 공구를 교체해야할 시기가 되면, 평균에너지값(Ea)이 급격하게 증가함을 알 수 있다.

[0064] 따라서, 절삭저항의 동적성분 가운데 공구의 고유진동수 부근의 주파수성분을 감시하는 것에 의해 여유면마멸의 검출이 가능함을 알 수 있다. 이는 공구의 교환지시나 수명판정을 하는데 있어서 유용하게 이용될 수 있다.

[0065] 보다 구체적으로는, 압전형 공구 동력계에서 검출된 신호를 증폭하고 5~8kHz 통과필터를 거친 후, 심플링율 20kHz로 A/D변환하고, 평균에너지값(Ea)을 산출하여 그 값을 2배로 증폭한 다음, 평균에너지값(Ea)의 최대값(Emax)과 미리 설정한 경계값(Eth)와 비교하는 과정을 반복한다.

[0066] 이와 같은 과정에 의해, 가공 초기에 도 11의 (a)와 같은 평균에너지값(Ea)의 최대값(Emax)이, 가공시간이 경과함에 따라 도 11의 (b)와 같은 상태에서, 도 11의 (c)와 같은 상태로 진행되어 경계값(Eth)보다 크게 되면 공구를 교환할 시기가 되었음을 알 수 있다.

[0067] 또 다른 일 실시예에서, 신호분석단계(단계 S130)는 제1 측정신호(F1)의 최대진폭에 대한 평균값을 확인하고, 인자정보확인단계(단계 S140)는 제1 측정신호(F1)의 평균최대진폭과 설정된 거칠기경계값을 비교하여, 표면거칠기의 정상여부를 판단할 수 있다.

[0068] 표면거칠기(Rmax)는 구성인선이 발생하는 저속의 영역에서 표면거칠기는 크고, 속도가 증가함에 따라 작아져서 일정한 값을 유지한다고 알려져 있으며, 도 12에 나타난 바와 같이 동적성분에서 제1 측정신호(도 12의 원형그래프)가 이러한 표면거칠기(도 12의 삼각형그래프)와 동일한 경향을 나타내고 있음을 알 수 있다.

[0069] 따라서, 제1 측정신호(F1)의 동적성분에 의해 표면거칠기를 파악할 수 있다.

[0070] 도 13은 본 발명에 의한 절삭가공시 이송량에 따른 표면거칠기를 설명하는 그래프로서, 이송량은 도 13의 (a)에 비하여 도 13의 (b)가 큰 경우를 나타낸 것이다.

[0071] 도 14는 본 발명에 의한 절삭가공시 절삭속도에 따른 표면거칠기를 설명하는 그래프로서, 절삭속도는 도 14의 (a)에 비하여 도 14의 (b)가 큰 경우를 나타낸 것이다.

[0072] 도 13 및 도 14를 참조하면, 절삭 가공시, 동일 절삭속도 및 절삭깊이에서는 이송량이 많을수록 표면거칠기가 커지고, 동일 절삭깊이 및 이송량에서는 절삭속도가 느릴수록 표면거칠기가 커지는 것을 알 수 있다. 특히, 40Hz이내의 주파수범위에서 극대치가 발생하고 있음을 알 수 있다.

[0073] 따라서, 제1 측정신호(F1)의 표면거칠기를 알아낼 수 있다.

[0074] 도 15는 본 발명에 의한 절삭가공시 표면거칠기가 일정하게 유지되는 임계절삭속도를 설명하는 그래프로서, 다양한 이송량에 대하여, 표면거칠기가 어느값 이상의 절삭속도에서 일정값으로 되는 임계절삭속도를 나타낸 그래프이다.

[0075] 도 16 내지 도 18은 본 발명에 의한 절삭가공시 다양한 이송량에 따른 표면거칠기에 따른 동적성분의 영역별 추출신호를 설명하는 그래프이다.

[0076] 도 16를 참조하면, 표면거칠기가 악화하는 비정상의 절삭조건에서는, 동적성분이 급격히 증대하고, 그 값은 정상 절삭조건의 경우보다 약 3배정도 커짐을 알 수 있다.

[0077] 도 17 및 도 18은 제1 측정신호(F1)의 동적성분과 표면거칠기의 최대값(Rmax) 및 최대값과 이론값의 차(ΔRmax)와의 대응관계를 나타낸 그래프이며, 정상 절삭조건에서는 약 5㎛이하의 범위에서 존재하고 있음을 알 수 있다.

[0078] 이와 같이, 어느 이송량에 대해서도, 제1 측정신호(F1)의 동적성분이 증가함에 따라, "Rmax" 및 "ΔRmax"의 값은 지수함수적으로 증대하며, 그 증가율은 이송량이 작게 됨에 따라 커지게 된다. 이와 같은 증가현상은, 칩의 파단이 표면거칠기의 생성에 지배적인 요인으로서 작용하고 있는 것을 의미하고 있다.

[0079] 다시 말해, 칩의 파단에 영향을 받는 제1 측정신호(F1)의 동적성분이 표면거칠기의 열화현상을 잘 반영하고 있

는 것으로 생각되며, 제1 측정신호(F1)의 급증현상을 이용하면, 표면거칠기 악화에 대한 인프로세스 인식이 가능함을 알 수 있다. 더불어, "Rmax"보다는 "ΔRmax"가 보다 좋은 상관관계에 있음을 알 수 있다.

[0080] 가공정보생성단계(단계 S150)는 상기와 같이 주파수영역별로 확인된 적어도 하나의 가공상태정보를 취합하여 가공정보를 생성한다.

[0081] 따라서, 하나의 센서를 이용하여 다양한 영향인자에 따른 가공상태정보를 확인할 수 있다.

[0082] 도 2는 본 발명에 따른 가공정보 추출 장치를 설명하는 블록도이다.

[0083] 도 2를 참조하면, 가공정보 추출 장치(100)는 절삭부하감지부(110), 동적신호추출부(120), 인자신호필터링부(130), 주파수특성분석부(140), 가공상태확인부(150) 및 가공정보생성부(160)를 포함한다.

[0084] 절삭부하감지부(110)는 공구의 일측에 설치되어 절삭부하를 측정한다.

[0085] 동적신호추출부(120)는 절삭부하감지부(110)에서 측정된 신호에서 동적성분을 추출한다. 예를 들어, 동적성분은 절삭부하감지부(110)에서 측정된 신호에서 0 내지 10kHz의 주파수를 갖는 신호를 포함할 수 있다.

[0086] 인자신호필터링부(130)는 동적신호추출부(120)에서 추출된 동적성분을 영향인자에 따라 설정된 주파수영역별로 필터링하여 인자별 측정신호를 추출한다. 예를 들어, 인자신호필터링부(130)는 동적신호에서 1Hz 내지 500Hz의 주파수를 갖는 제1 측정신호를 추출하는 제1 필터회로, 동적신호에서 500Hz 내지 3kHz의 주파수를 갖는 제2 측정신호를 추출하는 제2 필터회로, 동적신호에서 3kHz 내지 5.5kHz의 주파수를 갖는 제3 측정신호를 추출하는 제3 필터회로 및 동적신호에서 5.5kHz 내지 8kHz의 주파수를 갖는 제4 측정신호를 추출하는 제4 필터회로를 포함할 수 있다.

[0087] 주파수특성분석부(140)는 인자신호필터링부(130)에서 추출된 인자별 측정신호의 최대진폭 및 주기를 확인한다.

[0088] 가공상태확인부(150)는 주파수특성분석부(140)에서 확인된 인자별 측정신호의 최대진폭 및 주기에 따라 인자별 가공상태를 확인한다.

[0089] 가공정보생성부(160)는 가공상태확인부(150)에서 확인된 인자별 가공상태를 취합하여 가공정보를 생성한다.

[0090] 도 2에서, 가공정보 추출 장치(100)는 칩형태별 신호의 최대진폭 및 주기, 표면거칠기의 정상여부를 판단하는 거칠기경계값 및 공구의 교체시기를 판단하는 기준이 되는 공구마멸한계값을 저장하는 인자별특성정보저장부(151)를 더 포함할 수 있다.

[0091] 가공상태확인부(150)는 제1 필터회로에서 추출된 제1 측정신호의 최대진폭 및 주기를, 주파수특성분석부(140)로부터 전송받고, 인자별특성정보저장부(151)에 저장된 칩형태별 신호의 최대진폭 및 주기와 비교하여, 현재 가공에 따른 칩형태를 확인할 수 있다.

[0092] 또한, 가공상태확인부(150)는 제1 필터회로에서 추출된 제1 측정신호의 최대진폭을, 주파수특성분석부(140)로부터 전송받고, 인자별특성정보저장부(151)에 저장된 거칠기경계값과 비교하여, 현재 가공에 따른 표면거칠기를 판단할 수 있다.

[0093] 또한, 가공상태확인부(150)는 제4 필터회로에서 추출된 제4 측정신호를 주파수특성분석부(140)로부터 전송받아 샘플링하여 디지털신호로 변환한 후 평균에너지값을 산출하며, 산출된 평균에너지값과 인자별특성정보저장부(151)에 공구마멸한계값을 비교하여, 현재 공구의 마멸정도를 확인할 수 있다.

[0094] 또한, 가공상태확인부(150)는 상기의 도 1에 대한 설명에서 제시된 방법에 따라, 자유표면의 균열주기, 공구지지부 및 절삭동력계의 고유진동수, 공구의 주분력방향에 대한 고유진동수를 확인할 수 있다.

[0095] 도 4는 본 발명에 따른 가공장치 모니터링 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0096] 도 4를 참조하면, 가공장치 모니터링 방법은 부하측정단계(단계 S210), 가공정보추출단계(단계 S220), 가공상태 디스플레이단계(단계 S230), 문제 및 해결방법 디스플레이단계(단계 S240)를 포함한다.

[0097] 부하측정단계(단계 S210)는 대상가공물의 가공을 위하여 동작되는 압전형 공구 동력계를 통해 절삭부하를 측정한다.

[0098] 가공정보추출단계(단계 S220)는 압전형 공구 동력계에서 측정된 신호의 동적성분에서, 적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수영역별로 추출하고, 측정신호에 기초하여 가공정보를 생성한다. 이와 같은 가공정보추출단계(단계 S220)는 도 1의 가공정보 추출 방법에 의해 수행될 수 있다.

[0099] 가공상태 디스플레이단계(단계 S230)는 가공정보에 기초하여 대상가공물의 가공상태를 출력한다. 따라서, 관리자는 현재 대상가공물이 정상적으로 가공되고 있는지를 확인할 수 있다.

[0100] 문제 및 해결방법 디스플레이단계(단계 S240)는 대상가공물의 가공상태가 불량한 경우, 불량원인정보 및 이를 해결하기 위한 제어정보를 출력한다.

[0101] 일 실시예에서, 문제 및 해결방법 디스플레이단계(단계 S240)는 대상가공물의 가공방법에 따른 정상가공시 가공정보를 호출하는 정상가공정보호출단계; 측정신호에 기초하여 생성된 가공정보와 호출된 정상가공정보를 비교하는 가공정보비교단계; 정상가공정보와 정합되지 않는 영향인자에 대한 불량원인정보를 확인하는 불량원인분석단계; 영향인자를 정상가공정보에 정합되도록 하기 위한 제어정보를 생성하는 제어정보생성단계; 및 불량원인정보 및 제어정보 중 적어도 하나를 출력하는 결과디스플레이단계를 포함할 수 있다.

[0102] 또한, 가공장치 모니터링 방법은 제어정보에 따라 대상가공물을 가공하기 위한 장치 중 적어도 하나의 동작을 제어하는 장치제어단계(단계 S250)를 더 포함할 수 있다.

[0103] 예를 들어, 장치제어단계는, 표면거칠기가 비정상인 경우, 도 12 내지 도 14의 설명에 기초하여, 대상가공물의 절삭속도, 절삭깊이 및 이송량 중 적어도 하나를 제어할 수 있다.

[0104] 다른 예로, 장치제어단계는, 공구의 마멸이 한계값을 초과한 경우, 도 15 내지 도 18의 설명에 기초하여, 대상가공물의 가공을 중단하고 공구의 교체를 요청하는 동작(램프점등 또는 문자디스플레이 등)을 수행할 수 있다.

[0105] 도 5는 본 발명에 다른 가공장치 모니터링 시스템을 설명하는 블록도이다.

[0106] 도 5를 참조하면, 가공장치 모니터링 시스템(A)는 가공정보추출장치(100), 데이터처리장치(200), 디스플레이장치(300), 가공정보저장장치(400) 및 장치별제어장치(500)를 포함한다.

[0107] 가공정보추출장치(100)는 압전형 공구 동력계에서 측정된 절삭부하에 대한 측정신호의 동적성분에서, 적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수영역별로 추출하고, 상기 측정신호에 기초하여 가공정보를 생성한다. 이러한 가공정보추출장치(100)는 도 2에 나타난 구성을 포함할 수 있다.

[0108] 데이터처리장치(200)는 가공정보추출장치(100)에서 생성된 가공정보와 가공정보저장장치(400)에 저장된 정상가공정보를 비교하고, 영향인자별 정상여부를 판단한다.

[0109] 또한, 데이터처리장치(200)는 가공정보저장장치(400)와 연동하여 정상가공정보와 정합되지 않는 영향인자에 대한 불량원인정보를 확인하고, 그 결과를 디스플레이장치(300)에 출력할 수 있다.

[0110] 디스플레이장치(300)는 데이터처리장치(200)의 판단결과를 출력한다.

[0111] 가공정보저장장치(400)는 대상가공물의 가공방법에 따른 정상가공정보 및 제어정보를 저장한다.

[0112] 장치별제어장치(500)는 데이터처리장치(200)의 판단결과에 따라, 영향인자를 정상가공정보에 정합되도록 각 장치를 제어한다. 여기서, 장치별제어장치(500)가 각 장치를 제어하는 방법은, 가공을 위하여 구성된 각 장치들의 종류 및 구성, 그리고 당업자의 요구에 따라 다양하게 변경될 수 있음은 당연하다.

[0113] 이상에서 본 발명에 의한 가공정보 추출 방법 및 장치, 이를 이용한 가공장치 모니터링 방법 및 시스템에 대하여 설명하였다. 이러한 본 발명의 기술적 구성은 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 본 발명의 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

[0114] 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며, 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해되어야 하고, 본 발명의 범위는 전술한 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지는 것이므로, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0115] A : 가공장치 모니터링 시스템

100 : 가공정보추출장치

110 : 절삭부하감지부 120 : 동적신호추출부

130 : 인자신호필터링부

140 : 주파수특성분석부

150 : 가공상태확인부

151 : 인자별특성정보저장부

160 : 가공정보생성부

200 : 데이터처리장치

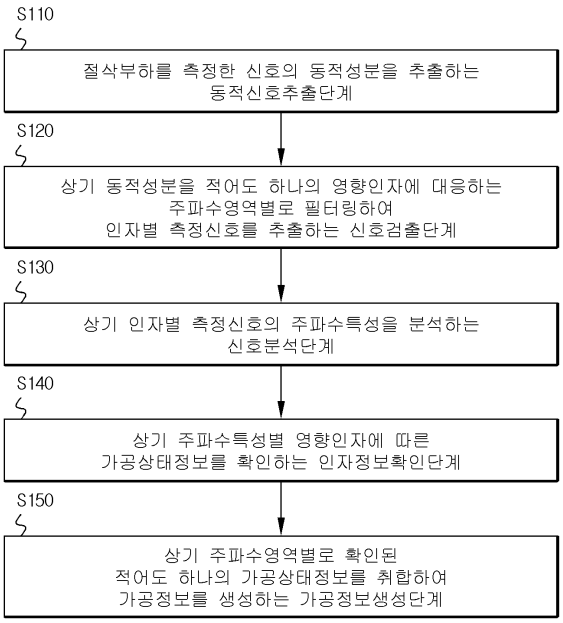
300 : 디스플레이장치

400 : 가공정보저장장치

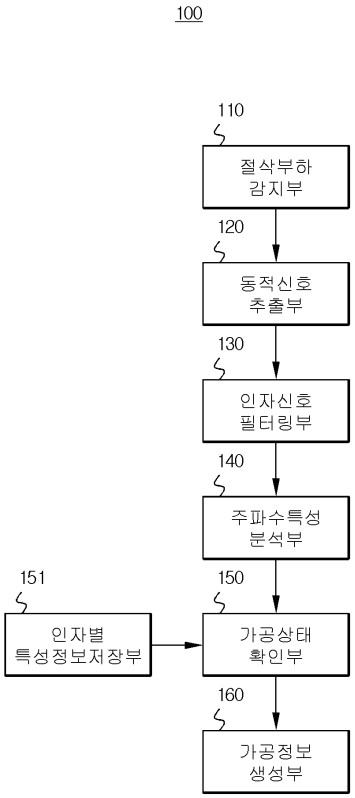
500 : 장치별제어장치

도면

도면1



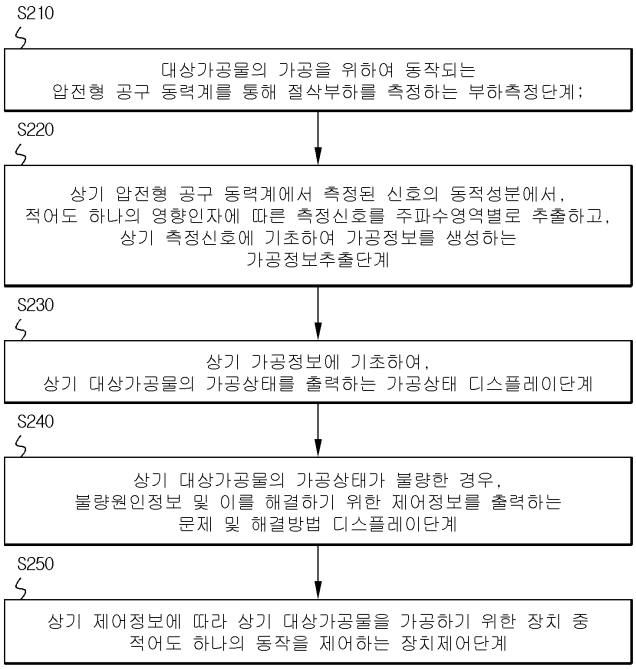
도면2



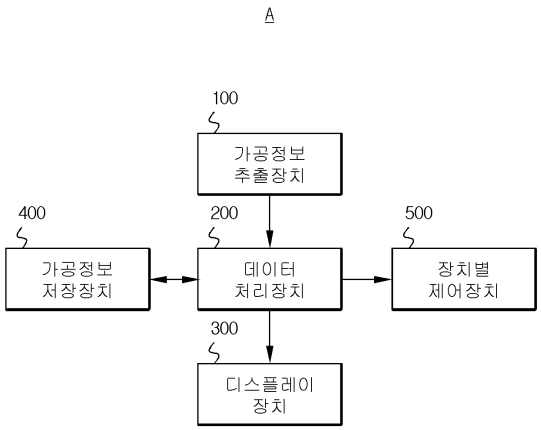
도면3

Code	Full Spell
RC	Ribbon Chip
TC	Tangled Chip
CC	Corkscrew Chip
HC	Helical Chip
LTC	Long Tubular Chip
STC	Short Tubular Chip
SC	Spiral Chip
LCC	Long Comma Chip
SCC	Short Comma Chip

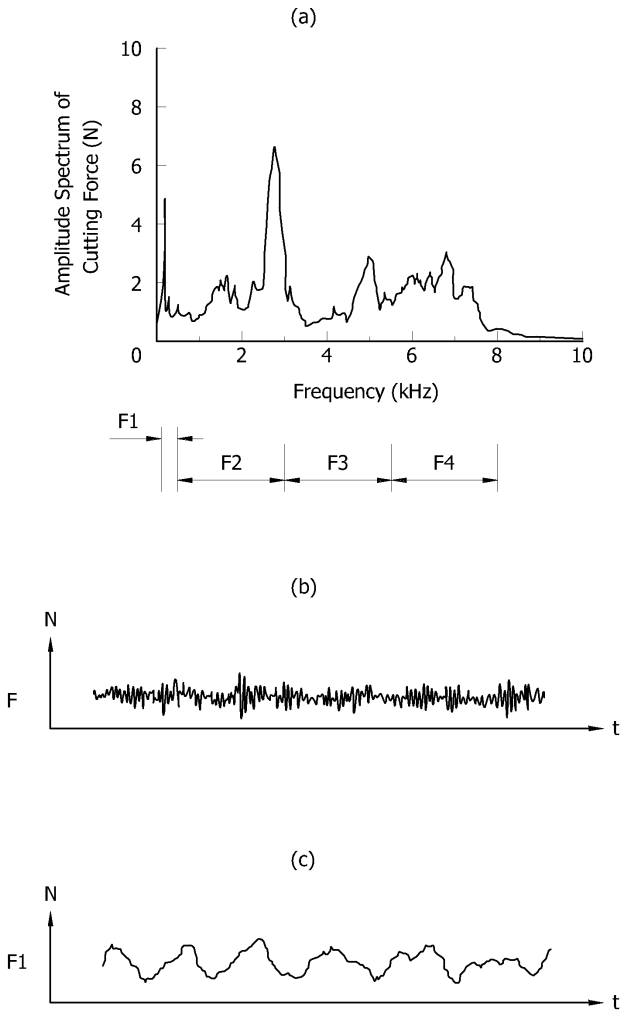
도면4


S210
대상가공물의 가공을 위하여 동작되는
압전형 공구 동력계를 통해 절삭부하를 측정하는 부하측정단계;
S220
상기 압전형 공구 동력계에서 측정된 신호의 동적성분에서,
적어도 하나의 영향인자에 따른 측정신호를 주파수영역별로 추출하고,
상기 측정신호에 기초하여 가공정보를 생성하는
가공정보추출단계
S230
상기 가공정보에 기초하여,
상기 대상가공물의 가공상태를 출력하는 가공상태 디스플레이단계
S240
상기 대상가공물의 가공상태가 불량한 경우,
불량원인정보 및 이를 해결하기 위한 제어정보를 출력하는
문제 및 해결방법 디스플레이단계
S250
상기 제어정보에 따라 상기 대상가공물을 가공하기 위한 장치 중
적어도 하나의 동작을 제어하는 장치제어단계

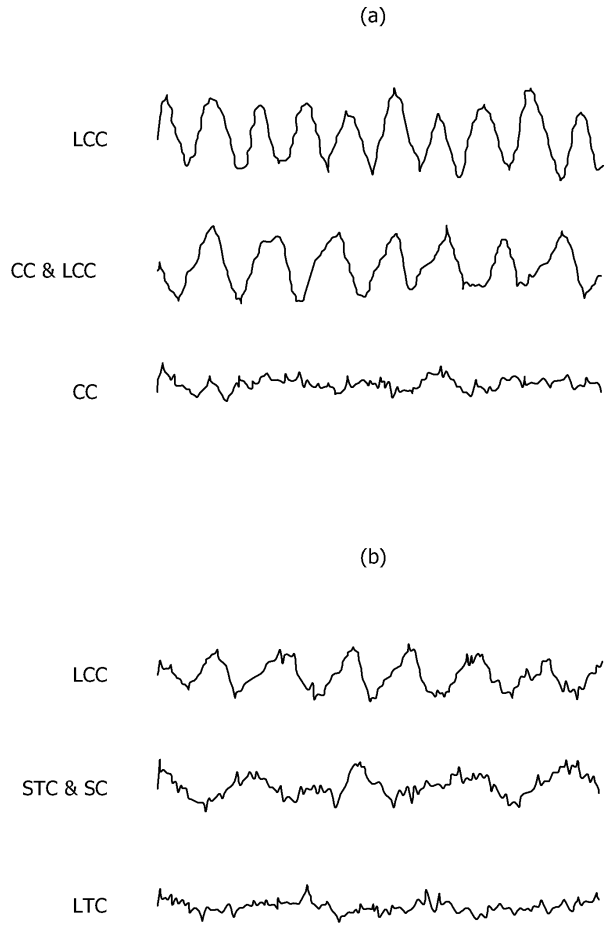
도면5


A
100
가공정보
추출장치
400
가공정보
저장장치
200
데이터
처리장치
500
장치별
제어장치
300
디스플레이
장치

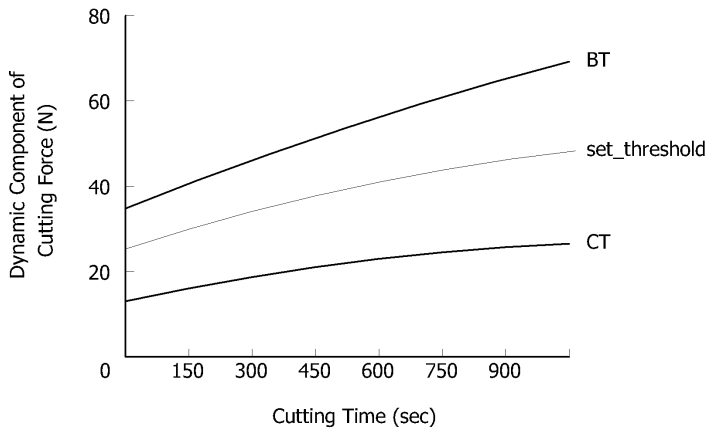
도면6


(a)
Amplitude Spectrum of Cutting Force (N)
10
8
6
4
2
0
2
4
6
8
10
Frequency (kHz)
F1
F2
F3
F4
(b)
N
F
t
(c)
N
F1
t

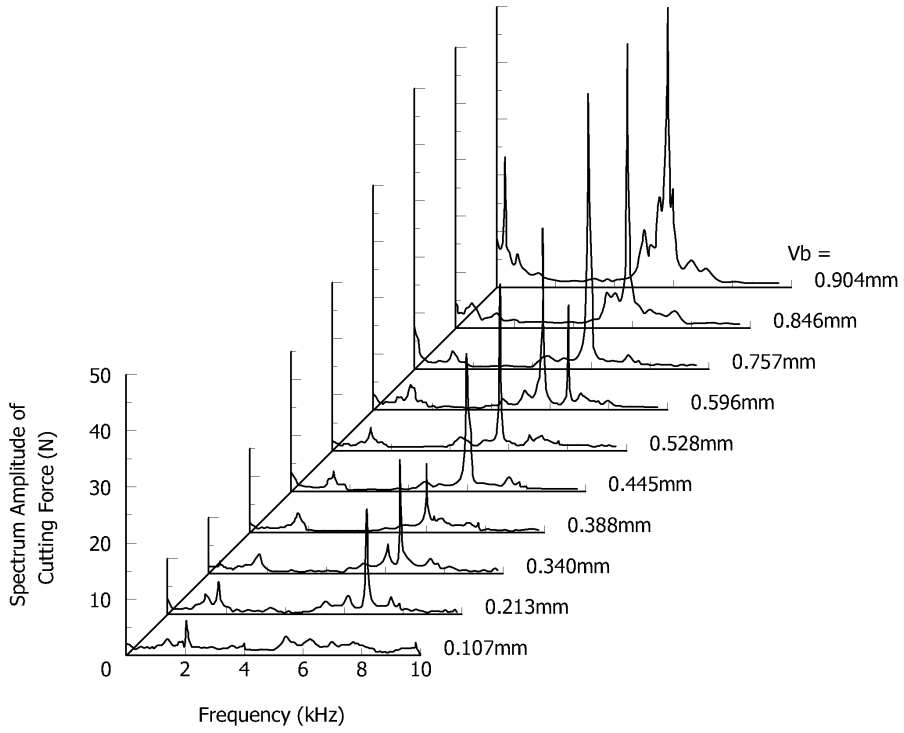
도면7


(a)
LCC
CC & LCC
CC
(b)
LCC
STC & SC
LTC

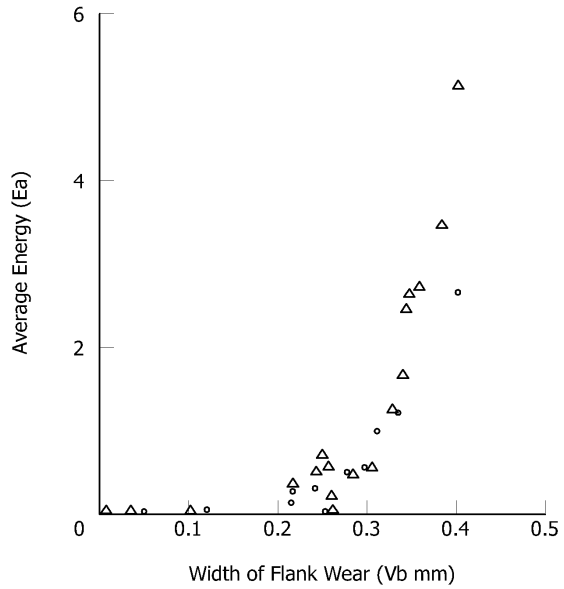
도면8


80
60
40
20
0
Dynamic Component of Cutting Force (N)
150
300
450
600
750
900
Cutting Time (sec)
BT
set_threshold
CT

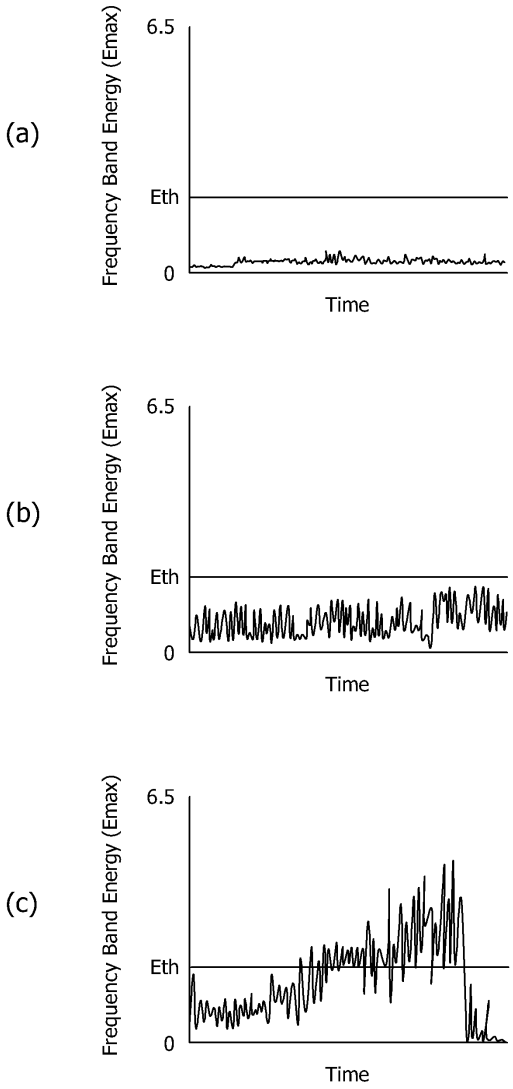
도면9


Vb =
0.904mm
0.846mm
0.757mm
0.596mm
0.528mm
0.445mm
0.388mm
0.340mm
0.213mm
0.107mm
Spectrum Amplitude of Cutting Force (N)
0
10
20
30
40
50
2
4
6
8
10
Frequency (kHz)

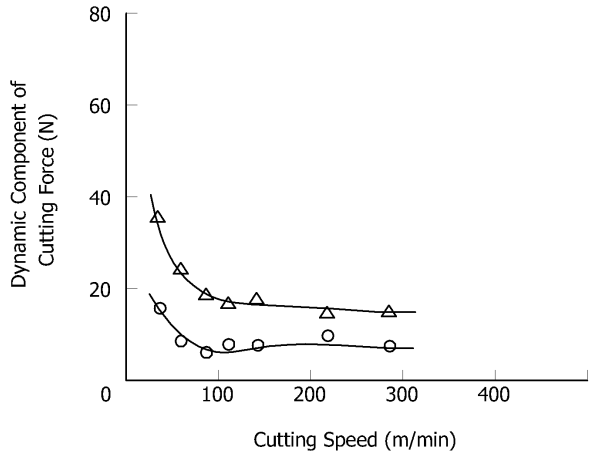
도면10


Average Energy (Ea)
0
2
4
6
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
Width of Flank Wear (Vb mm)

도면11

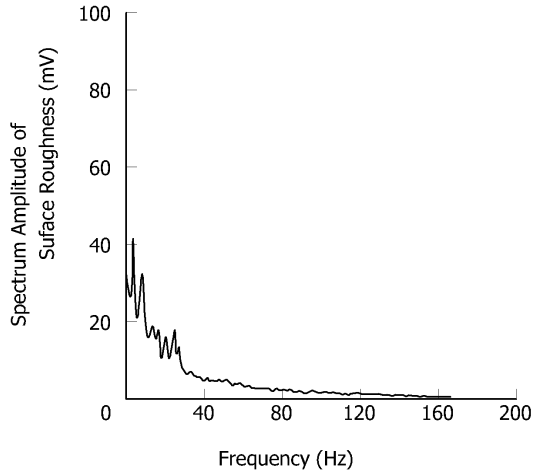

(a)
6.5
Eth
0
Frequency Band Energy (Emax)
Time
(b)
6.5
Eth
0
Frequency Band Energy (Emax)
Time
(c)
6.5
Eth
0
Frequency Band Energy (Emax)
Time

도면12

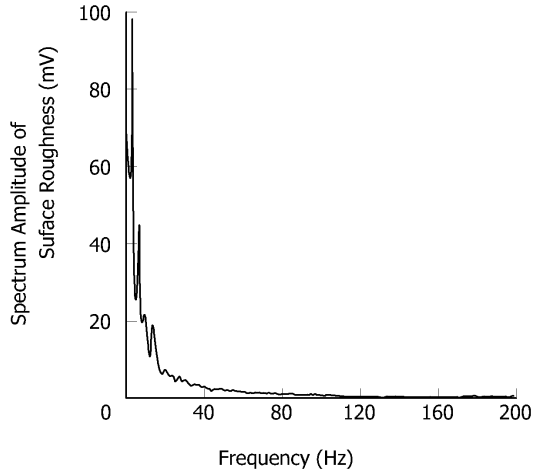

80
60
40
20
0
100
200
300
400
Dynamic Component of Cutting Force (N)
Cutting Speed (m/min)

도면13

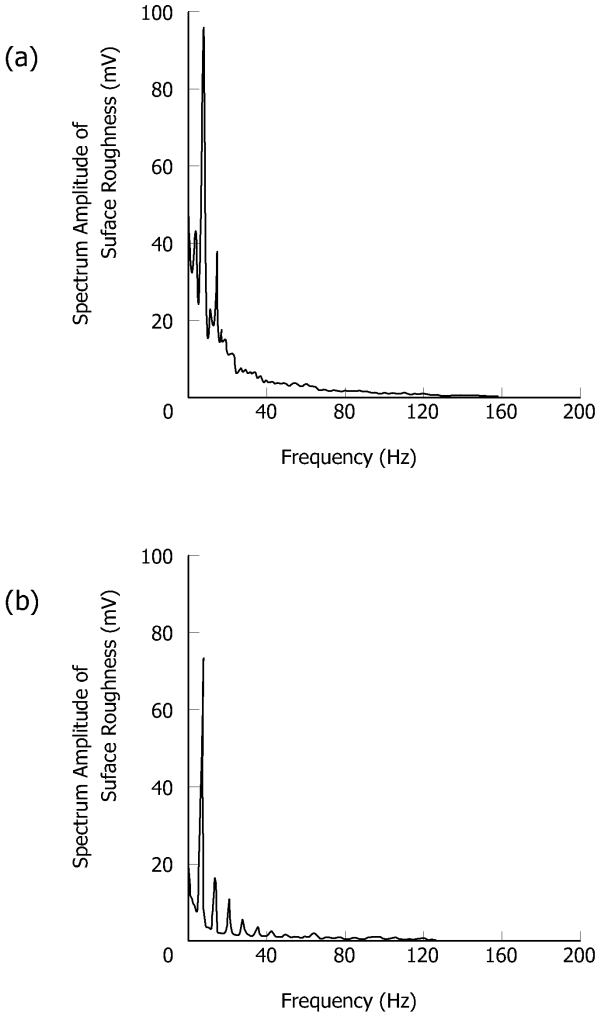
(a)


100
80
60
40
20
0
40
80
120
160
200
Spectrum Amplitude of
Suface Roughness (mV)
Frequency (Hz)

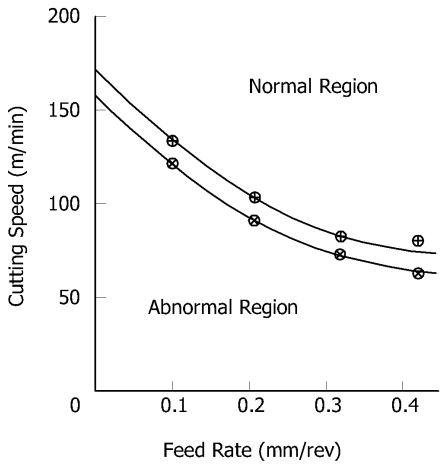
(b)


100
80
60
40
20
0
40
80
120
160
200
Spectrum Amplitude of
Suface Roughness (mV)
Frequency (Hz)

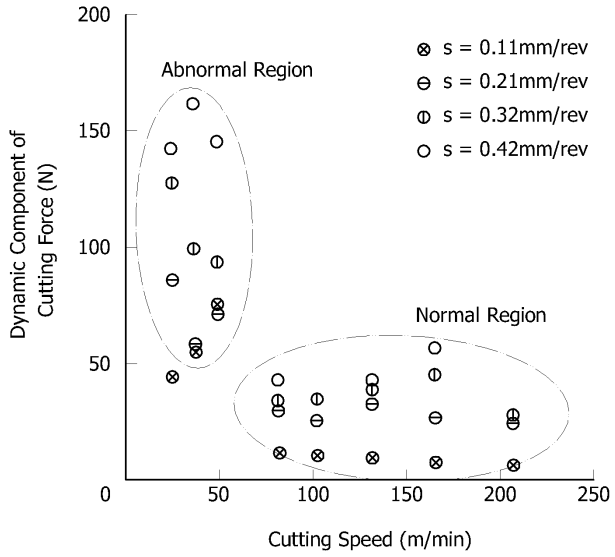
도면14


(a)
Spectrum Amplitude of Suface Roughness (mV)
100
80
60
40
20
0
40
80
120
160
200
Frequency (Hz)
(b)
Spectrum Amplitude of Suface Roughness (mV)
100
80
60
40
20
0
40
80
120
160
200
Frequency (Hz)

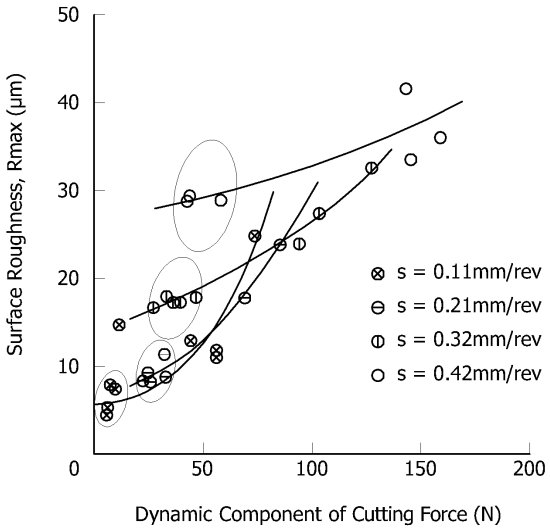
도면15


Cutting Speed (m/min)
200
150
100
50
0
Normal Region
Abnormal Region
0.1
0.2
0.3
0.4
Feed Rate (mm/rev)

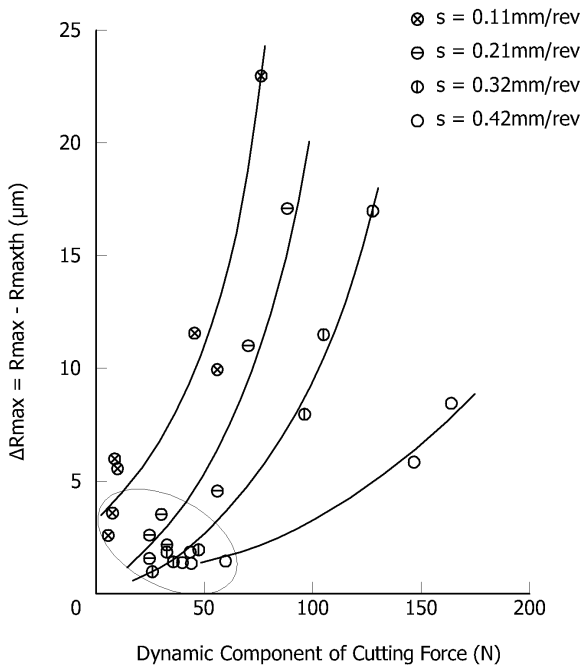
도면16


Abnormal Region
Normal Region
s = 0.11mm/rev
s = 0.21mm/rev
s = 0.32mm/rev
s = 0.42mm/rev
Dynamic Component of Cutting Force (N)
Cutting Speed (m/min)
0
50
100
150
200
250

도면17


s = 0.11mm/rev
s = 0.21mm/rev
s = 0.32mm/rev
s = 0.42mm/rev
Surface Roughness, Rmax (μm)
Dynamic Component of Cutting Force (N)
0
10
20
30
40
50
100
150
200

도면18


⊗ s = 0.11mm/rev
⊖ s = 0.21mm/rev
⊕ s = 0.32mm/rev
○ s = 0.42mm/rev
ΔRmax = Rmax - Rmaxth (μm)
Dynamic Component of Cutting Force (N)
0
5
10
15
20
25
50
100
150
200