

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2006년08월09일
B24B 53/00 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0610740
B24B 47/25 (2006.01)	(24) 등록일자	2006년08월02일
B24B 53/08 (2006.01)		

(21) 출원번호	10-2005-0035459	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2005년04월28일	(43) 공개일자

(73) 특허권자 인하대학교 산학협력단
 인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자 이은상
 인천 남구 용현동 253 인하대학교 기계공학과 2북 268B

 천영재
 인천 남구 용현동 253 인하대학교 기계공학과 2북 265B

 조순주
 인천 서구 석남동 223-607

(74) 대리인 이원희

심사관 : 김성민

(54) 연삭숫돌의 최적 드레싱 조건을 결정하는 시스템 및 방법

요약

본발명은 연삭숫돌의 최적의 드레싱 조건을 결정하기 위하여, 음향방출신호를 측정하기 위하여 드레싱 장치에 부착하는 AE 센서; 상기 드레싱 장치의 모터부에 걸리는 전류부하를 측정하는 홀센서; 상기 홀센서 신호 및 상기 필터링 된 AE 신호를 디지털로 변환하는 A/D 변환기; 상기 A/D 변환기에 의하여 디지털화된 상기 홀센서 신호 및 상기 AE 신호를 RMS 값으로 계산하는 RMS 변환기; 및 상기 RMS 변환기에 의하여 계산된 RMS 값을 표시하는 표시부;를 포함하여 이루어지는 연삭숫돌의 최적 드레싱 조건을 결정하는 시스템과, 상기 홀센서 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값과 드레싱 된 연삭숫돌에 의하여 가공된 공작물의 표면상태를 비교하고, 상기 비교 단계를 통하여 정하여진 최적의 가공 상태에 대응하는 드레싱 조건에서의 RMS 값을 결정하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연삭숫돌의 최적 드레싱 조건의 결정방법을 제공한다.

대표도

도 5

색인어

연삭숫돌, 드레싱, AE 센서, 홀센서, RMS, FFT

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 연삭숫돌의 입자 사이에 공작물의 칩이 삽입되는 과정을 상세히 나타낸 도면.

도 2는 연삭숫돌을 드레싱하는 과정을 상세히 나타낸 도면.

도 3은 드레싱 하기 전과 후의 연삭숫돌의 표면을 200배로 확대하여 비교한 도면.

도 4는 연삭숫돌을 드레싱하는 드레싱 장치의 주요부를 상세히 나타낸 도면.

도 5는 본 발명에 따른 연삭숫돌의 최적 드레싱 조건을 결정하기 위한 장치를 나타낸 도면.

도 6는 홀센서로부터 취득된 전류신호를 나타낸 도면.

도 7은 AE 센서로부터 취득된 전압신호를 나타낸 도면.

도 8은 절입량에 따른 AE 신호의 RMS 값을 비교하여 나타낸 도면.

도 9는 절입량에 따른 홀센서 신호의 RMS 값을 비교하여 나타낸 도면.

도 10은 드레싱 시간의 변화에 따른 AE 신호의 RMS 값을 비교하여 나타낸 도면.

* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 *

1 : 공작물 3 : 연삭숫돌

3a : 숫돌입자 5 : 칩

7 : 드레서(Dreesser) 10 : 드레싱 장치

13 : 모터부 15 : 3상 전원선

21 : AE 센서 23 : 홀센서

25 : 프리앰프 27 : 필터

29 : A/D 변환기 31 : RMS 변환기

33 : 표시부 35 : 저장장치

37 : 오실로스코프

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 연삭숫돌의 드레싱에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 광통신 부품 중 광커넥터의 핵심 부품인 광페룰의 외경 가공시 사용되는 무심연삭기(Centerless Grinding Machine)의 연삭숫돌을 최적으로 드레싱할 수 있는 조건을 결정할 수 있도록 하는 시스템 및 방법에 관한 것이다.

연삭가공은 기계가공의 마지막 단계에 속하는 가공으로서, 연삭가공면의 거칠기 및 형상 정도(精度)는 제품의 품질에 직접 영향을 주게 되고, 이와 같은 연삭가공면의 거칠기 및 정도는 연삭숫돌 표면의 상태에 의하여 직접적으로 영향을 받는다.

일반적으로 연삭숫돌은 숫돌입자와 상기 숫돌입자를 결합하기 위한 결합제 및 숫돌입자 사이의 기공으로 이루어진다. 상기 숫돌입자는 도 1에서 도시하고 있는 바와 같이, 공작물의 표면과 직접 접촉하여 공작물의 표면을 깎아내는 역할을 하고, 상기 기공은 숫돌입자와 숫돌입자 사이의 공간으로서 연삭작업 중에 연삭숫돌이 탄성변형을 할 수 있는 여유공간을 제공한다.

상기와 같은 연삭숫돌의 수명은 상기 숫돌입자의 마멸(Grazing)상태, 금속 표면으로부터 깎아져 나온 칩의 부착으로 인한 눈막힘에 의한 기공 역할의 저하, 연삭 버어닝(Burning)에 의한 표면의 손상, 그리고 상기 숫돌입자 사이의 결합력 약화에 의한 입자의 탈락 등의 요인에 의해 결정된다.

만약 최적의 연삭조건 하에서 정상적인 연삭이 진행되는 경우라면, 연삭숫돌은 재생작용에 의해 눈막힘이나 마멸이 발생되어 연삭저항이 크게 작용하는 입자는 떨어져 나가고 새로운 입자가 가공을 담당하게 된다.

그러나, 이러한 눈막힘 현상 등에 의해 비정상적인 숫돌영역이 증가되거나 연삭숫돌의 전면적으로 확대되면, 입자탈락이 가속되어 정상적인 연삭을 할 수 없게 된다. 따라서, 일반적으로 재생작용이 중지되는 적정한 시점을 선택하여 도 2에서 도시하고 있는 것과 같이, 드레싱(Dresser)를 사용하여 연삭숫돌을 드레싱하여 새로운 숫돌작업면을 창성하게 된다.

도 3a와 도 3b는 드레싱 작업의 효과를 보여주기 위하여 각각 드레싱 전과 후의 연삭숫돌면을 200배로 확대하여 비교한 사진이다. 도 3a는 드레싱 작업전의 연삭숫돌의 표면 사진이며, 도 3b는 드레싱 작업후의 연삭숫돌의 표면 사진이다. 사진에 도시된 바와 같이, 드레싱 작업에 의하여 균일하지 못했던 연삭숫돌의 표면이 균일한 연삭입자가 고르게 분포되도록 재생되었음을 볼 수 있다.

본 발명은 특히, 광통신 부품 중 광커넥터의 핵심 부품인 광패물에 적용할 수 있도록 안출되었다. 상기 광패물은 높은 동축도와 원통도가 요구되며, 광패물의 외경이 일치하지 않으면 광의 손실이 발생하고 통신 장애가 발생하므로 고정밀도 가공이 요구된다. 상기 광패물은 일반적으로 무심연삭기(Centerless Grinding Machine)를 사용하여 외경을 가공하게 되며, 무심연삭기는 연삭 공정과 더불어 드레싱 공정이 그 어느 연삭가공에서보다 중요하게 작용한다. 광패물 가공은 초정밀 가공이며 치수 정밀도가 중요하기 때문에, 연삭숫돌 표면상태에 따른 가공 오차가 커서는 안되기 때문이다.

광패물 가공시 기준 이상의 치수 정밀도를 유지하기 위해서는 무심연삭기에 사용되는 연삭숫돌의 표면이 항상 양호한 상태를 유지하도록 관리하는 것이 매우 중요하며, 이를 위하여 드레싱 효율이 좋은 다이아몬드 드레서를 사용하여 새로운 숫돌작업면을 창성하는 드레싱 기법이 일반적으로 이용되고 있다.

그러나, 아직까지 최적의 드레싱 공정에 필요한 드레싱 시간, 절입량, 드레싱 횟수 등의 결정은 작업자의 능력에 의하여 좌우되는 경우가 많으며, 작업자의 변경은 드레싱 공정의 변화를 초래하고 이는 곧 광패물 무심연삭 공정에서 정밀도 저하라는 결과로 나타나게 된다는 문제점을 가지고 있다.

상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 공개특허공보 제2001-88463호 및 제2004-44753호는 각각 음향방출신호(Acoustic Emission Signal : AE 신호)를 이용하여 가공 중의 공작물의 표면거칠기와 표면손상 여부를 실시간으로 파악하는 기술에 대하여 제시하고 있으며, 공개특허공보 제1999-56351호는 연삭과정에서 공작물에서 발생하는 탄성파를 감지하여 연삭부재의 드레싱 시점과 드레싱 분량의 선정을 자동으로 선정하는 자동드레싱 연삭기에 대하여 제시하고 있다.

또한, 공개특허공보 제2000-8643호는 정상상태에서의 숫돌작업면의 데이터와 레이저 변위센서를 이용하여 계속적으로 감지한 사용중인 연삭숫돌의 표면상태를 상호 비교하여, 상기 사용중인 연삭숫돌의 드레싱시기와 드레싱량을 결정하는 연삭숫돌의 드레싱 방법 및 장치에 대하여 제시하고 있다.

그러나, 상기의 종래기술들은 모두 공작물이나 연삭부재의 표면상태를 특정한 하나의 센서에서 취득한 데이터에 의존하여 판단하기 때문에, 비록 경험에 의존하여 드레싱시기 및 드레싱량을 결정하던 방법에 비하여는 작업자에 의존하는 정도가 적어졌어도 그 신뢰도가 높지 못하다는 문제점을 가지고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 상기한 바와 같이 종래에는 드레싱 작업에서 작업자의 경험에 의존하거나 하나의 센서에서 감지하는 데이터에 의존하여 결정하였던 드레싱 시간, 절입량, 드레싱 횟수 등을, 드레싱 가공 중에 연삭숫돌면에서 발생하는 음향방출신호(Acoustic Emission Signal : AE 신호)와 드레싱 장치의 모터부에 발생하는 전류부하 신호를 동시에 측정하고, 상기 2종류의 신호들을 주파수 분석과 제곱평균 분석에 의하여 후처리함으로써 데이터화된 최적의 드레싱 조건을 찾아낼 수 있는 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 상기의 목적을 달성하기 위하여, 연삭숫돌(3)의 드레싱 공정에서 발생하는 AE 신호와 드레싱 공정시 드레싱 부하에 대응하여 드레싱 장치(10)의 모터부(13)에 걸리는 전류부하신호를 취득한 후, 가공되지 않은 상기 원신호들을 주파수 분석(이하에서는 "FFT 분석"이라 한다)을 통하여 특이신호 및 특이신호가 존재하는 주파수 대역을 찾아내어서 드레싱 동안의 신호 특성을 분석할 주파수 영역을 선정하며, 상기과 같이 선정된 주파수 영역내에서의 원신호를 대상으로 제곱평균 분석(Root Mean Square분석, 이하에서는 "RMS 분석"이라 한다)을 통하여 특징적인 신호 패턴을 조사하는 과정을 통하여 최적의 드레싱 조건을 찾을 수 있는 시스템 및 방법을 제공하고자 한다.

이를 위하여 본 발명은 음향방출신호를 측정하기 위하여 드레싱 장치(10)에 부착하는 AE 센서(21); 상기 드레싱 장치(10)의 모터부(13)에 걸리는 전류부하를 측정하기 위하여 상기 모터부(13)에 인가되는 3상 전원 중의 하나에 연결하는 홀센서(23); 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 필터(27)를 통과한 AE 신호를 디지털로 변환하는 A/D 변환기(29); 상기 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털화된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호를 사전에 정하여진 시간범위에 대한 RMS 값으로 계산하는 RMS 변환기(31); 및 상기 RMS 변환기(31)에 의하여 계산된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값을 표시하는 표시부(33);를 포함하여 이루어지는 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건을 결정하는 시스템을 제공한다.

이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 관하여 첨부되는 도면에 의거하여 더욱 상세히 설명한다.

본 발명에 의하여 찾아내고자 하는 최적의 드레싱 조건이란 연삭숫돌(3)을 구비한 연삭장치에서 요구되는 정밀도(예를 들어 페룰가공용 무심연삭장치에서 요구되는 정밀도는 원통도 $0.2\mu\text{m}$, 진원도 $0.2\mu\text{m}$, 표면거칠기 $0.2\mu\text{m}$)를 실현하기 위한 최적의 연삭숫돌(3)의 상태를 만들어주는 드레싱 조건을 말하며, 최적의 드레싱 조건을 선정하기 위하여는 드레싱의 품질에 영향을 미치는 대표적인 드레싱 변수들인 드레싱 시간, 절입량(Feed Rate), 스파크 아웃 횟수 등을 고려하여야 한다.

여기에서 드레싱 시간이란 실제적으로 드레싱 공정을 수행하는데 소요되는 시간을 말하며, 드레서(7)의 이송속도(Feed Speed)에 의해 좌우된다. 그리고, 절입량은 연삭숫돌(3)과 드레서(7)가 맞닿아서 실제적으로 드레싱 공정을 수행할 때 드레서(7)의 끝부분이 연삭숫돌(3)을 눌러주는 양을 말한다. 즉, 연삭숫돌(3)의 표면을 깎아내는 깊이를 말하는 것이다. 마지막으로 스파크 아웃이란 드레서(7)를 좌우로 이송하면서 드레싱하는 횟수를 말한다. 한번 좌우 이송을 하면 그것을 스파크 아웃 1회라고 하며, 스파크 아웃의 횟수에 따라 드레싱을 수행하는 깊이 및 특성이 달라지게 된다.

상기와 같은 드레싱 변수들이 드레싱 품질에 미치는 영향에 대하여 설명하면, 우선 드레싱량이 지나치게 과다하면 연삭숫돌(3)의 사용수명이 짧아지게 되는 문제점이 발생한다. 즉, 드레싱 작업은 연삭숫돌(3)의 표면을 깎아내는 것이므로 드레싱을 많이 하면 할수록 연삭숫돌(3)이 많이 깎여나가게 되어 고가인 연삭숫돌(3)을 낭비하게 되어 사용수명이 짧아지게 되는 것이다. 또한, 드레싱량이 지나치게 많거나 드레싱 작업의 횟수가 많으면 그만큼 드레싱 작업의 가공시간은 길어지고, 이에 따라 연삭장치를 가동하지 못하는 시간도 길어지게 되는 등 비용이 증대되는 문제점도 발생하게 된다. 따라서, 이러한 점들을 고려한 최적의 드레싱 조건을 결정하는 것이 중요하다.

또한, 드레싱 변수들을 고려한 최적의 드레싱 조건을 결정하는 방법으로 종래에는 주로 광학현미경을 통하여 로딩, 마멸상태 및 다이아몬드 입자의 돌출형태 등의 연삭숫돌(3)의 표면상태를 관찰하는 방법을 사용하여 왔다. 그러나, 상기과 같이 다양한 변수들을 고려하여 최적의 드레싱 결과를 얻기 위하여는 작업자의 숙련도에 많이 좌우되는 문제가 있었다.

따라서, 본 발명에서는 보다 객관화된 데이터를 근거로 하여 작업자의 변경에 영향을 받지 않으면서 최적의 드레싱 결과를 얻을 수 있도록, AE 신호를 감지하는 센서(이하에서는 AE 센서(21)라 한다)와 홀센서(23)를 동시에 이용하여 신호를 취득하고, 센서융합 기술에 의하여 신호를 분석하고 최적의 드레싱 조건을 결정하고자 한다.

상기의 AE 신호란 일정한 구조체에 있어서 재료의 마찰, 균열, 누설 등으로 인하여 재료에 충격이나 마모가 가해지게 되면, 재료 내부의 원자들이 전위되면서 발생하는 고주파 신호를 말하며, 음향방출법은 상기과 같은 고주파 신호를 감지하고, 그 성분을 분석하는 것에 의하여 구조체의 정상유무를 판별하는 기법을 말한다.

음향방출법과 마찬가지로 구조체를 절단 내지는 파괴하지 않고 조사하는 레이저 또는 초음파 등의 비파괴 검사는 정적인 균열이나 거리 측정 등에는 유효하나, 실제 동적인 상태에서 발생하는 균열이나 파괴, 누설 등의 감지에는 음향방출신호의 검출에 의한 상태의 감시 및 진단이 실효적이다. 드레싱 공정에서 발생하는 AE 신호의 주파수와 크기는 가공부하 및 재료의 특성에 따라 달라지며, 일반적으로 가공부하가 커지면 AE 신호도 커지는 것으로 알려져 있다.

본 발명에서는 상기의 음향방출신호를 감지하기 위하여 AE 센서(21)를 이용하여 AE 신호를 감지하고, 감지된 원신호를 처리하여 최적의 드레싱 조건을 결정하는 하나의 데이터로 이용하게 된다.

먼저 드레싱 공정에서 발생하는 AE 신호를 효과적으로 감지하기 위하여, AE 센서(21)를 드레서(7)와 가장 가까운 드레싱 장치(10)의 측면부에 부착한다. 본 발명의 실시예에서는 잡음에 강인한 차동형으로서, 응답주파수 특성이 넓은 주파수 범위에서도 균일한 감도를 유지하는 광대역 AE 센서를 사용하였다.

상기와 같이 드레싱 작업 중에 상기 드레싱 장치(10)에 부착된 AE 센서(21)로부터 감지된 AE 신호는 프리앰프(25)를 거치며 40dB로 증폭되고, 필터(27)를 거치며 주요한 AE 신호가 집중되어 있는 100 ~ 1200kHz 영역에 존재하는 AE 신호만이 통과되도록 필터링된다. 이 때, 필터링을 할 주파수 영역은 프리앰프(25)를 통하여 증폭된 원신호에 대하여 FFT 분석을 하고, 분석 결과 특이신호가 존재하는 주파수 대역으로 사전에 결정된 영역이다. 상기와 같이 증폭 및 필터링된 신호는 12비트의 분해능을 가지는 A/D 변환기(29)를 통과하며, 5kHz의 샘플링 속도로 디지털화된다.

상기와 같이 디지털화된 신호값들은 컴퓨터 등의 정보처리장치에 저장될 수 있으며, 저장된 신호값들이 충분한 양으로 축적되면 데이터베이스로 활용되어 최소의 실험으로 최적의 드레싱 조건을 결정 가능하도록 이용될 수 있다.

또한, 상기의 홀센서(23)는 자장속에 반도체를 놓고 전류를 통하면 반도체의 단면에 전하가 발생하고 기전력이 발생하게 되는 홀효과를 이용한 소자로서, 자계변화를 전류변화로, 전류변화를 자계변화로 미묘하게 변화시키는 역할을 한다. 홀센서는 직류 또는 교류의 대전류로부터 1mA의 미약한 전류에 이르기까지의 전류계, 송전선의 정력 측정, 토크계, 검파기, 아날로그 변환기, 스위치 등에 이용되고 있다.

본 발명에서는 홀센서(23)를 드레싱 장치(10)의 모터부(13)에 인가되는 3상 전원 중에서 선택한 하나의 전류신호에 연결함으로써, 드레싱 공정 중에 상기 모터부(13)에 걸리는 전류부하를 측정하게 된다. 이는 과다한 드레싱 부하에 대응하는 전류값 신호를 획득하고자 하는 것이며, 측정된 전류값 신호는 오실로스코프를 통하여 실시간으로 확인할 수 있으며, 최종적으로는 A/D 변환기(29)를 통하여 디지털화되며, AE 신호와 마찬가지로 컴퓨터 등의 정보처리장치에 저장될 수 있다.

상기 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털화된 신호값들은, RMS 변환기(31)에 의하여 사전에 정하여진 시간간격에 대한 RMS 값들로 변환된다. 상기 RMS 변환은 양과 음의 값사이에서 진폭하는 값들을 정량적으로 분석하는데 유용한 방법이다. 이 때 AE 신호와 홀센서(23) 신호에 대한 RMS 값은 각각 식(1) 및 식(2)에 의하여 계산된다.

$$AE_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{\Delta T} \int_0^{\Delta T} AE_{raw}^2(t) dt} \quad (1)$$

$$H_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{\Delta T} \int_0^{\Delta T} H_{raw}^2(t) dt} \quad (2)$$

여기에서, AE_{RMS} 와 H_{RMS} 는 각각 상기 식(1)과 식(2)에 의하여 구하여진 AE 신호와 홀센서(23) 신호에 대한 RMS값을 의미하며, $AE_{raw}(t)$ 는 시간영역에서의 AE 원신호를 나타내고, $H_{raw}(t)$ 는 시간영역에서의 홀센서(23) 원신호를 나타내며, ΔT 는 RMS 값을 취하는 평균시간을 나타낸다.

상기 RMS 값은 컴퓨터와 같이 범용적으로 사용되는 정보처리장치에 계산 프로그램을 내장하여 계산할 수 있음은 물론이며, RMS 값을 계산할 수 있도록 특별히 설계된 반도체 소자 등을 포함하여 이루어지는 모듈에 계산 프로그램을 저장시킨 후 계산할 수도 있다.

상기와 같이 계산된 RMS 값은 모니터 등의 표시부(33)를 통하여 표시되며, RMS 값의 표시는 사용자의 요구에 따라 상기 AE 신호와 홀센서(23) 신호를 먼저 저장장치(35)에 저장한 후에 상기 표시부(33)를 통하여 표시하거나, 저장함과 동시에 실시간으로 표시할 수도 있다.

더불어 본 발명은 연삭숫돌(3)을 최적의 상태로 드레싱하기 위한 드레싱 조건을 설정하기 위한 방법으로서, 드레싱 장치(10)에 부착된 AE 센서(21)로부터 음향방출신호를 측정하는 단계; 상기 드레싱 장치(10)의 모터부(13)에 인가되는 3상 전원선(15) 중의 하나에 홀센서(23)를 연결하고, 상기 모터부(13)에 걸리는 전류부하를 측정하는 단계; 상기 홀센서(23)에 의하여 측정된 신호와 상기 필터링 된 AE 신호를 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털로 변환하는 단계; 상기 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털화된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호를 RMS 변환기(31)에 의하여 사전에 정하여진 시간범위에 대한 RMS 값으로 계산하는 단계; 상기 RMS 변환기(31)에 의하여 계산된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값을 표시부(33)에 표시하는 단계; 상기 표시부(33)에 표시된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값과, 드레싱 된 연삭숫돌(3)에 의하여 가공된 공작물의 표면상태를 비교하는 단계; 및 상기 비교 단계를 통하여 정하여진 최적의 가공 상태에 대응하는 드레싱 조건에서의 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값을 결정하는 단계;를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건의 결정방법을 제공한다.

이하에서는 본 발명에 따른 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건의 결정방법에 대하여 상세히 설명하며, 상기에서 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건을 결정하는 시스템을 설명한 부분과 중복되는 내용은 생략하기로 한다.

상기에서와 같이 AE 센서(21)와 홀센서(23)에 의하여 각각 취득된 전압신호와 전류신호는 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털로 변환되어 컴퓨터 등 정보처리능력을 지닌 기기의 저장장치(35)에 저장된다. 도 6은 상기 홀센서(23)에서 취득한 전류신호를 시간영역에 대하여 도시하고 있으며, 도 7은 상기 AE 센서(21)를 통하여 취득한 미약한 전압신호를 상기에서 설명한 바와 같이 증폭 및 필터링 한 후에 시간영역에 대하여 도시하고 있다. 상기의 도 6과 도 7에 도시된 바와 같이 원신호는 양과 음의 값으로 진동하는 파형을 가지고 있으므로, 드레싱 속도나 절입량 등의 드레싱 조건의 변화에 따른 비교를 위하여는 RMS 값으로 변환한다. 이 때 RMS 값은 상기 식(1) 및 식(2)를 이용하여 계산한다.

상기 식 (1) 및 (2)에서의 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 는 상기 저장장치(35)에 저장된 후에 계산될 수 있음은 물론이며 저장하는 과정과 동시에 실시간으로 모니터링할 수 있으므로, 드레싱 공정 중에 작업자는 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값을 확인하면서 드레싱 시간이나 절입량 등을 조절하며 작업을 진행할 수 있다.

최적의 드레싱 조건을 결정하는 변수 중의 하나인 절입량에 따른 AE 신호와 홀센서(23) 신호의 변화를 비교하기 위하여, 상기 식(1)과 식(2)에서의 ΔT 를 5초로 설정하여 절입량 $1\mu m$ 와 $2\mu m$ 에 대한 RMS 값을 계산하였다. 도 8은 절입량의 변화에 따른 홀센서(23)로부터 취득한 전류신호의 RMS 값을 시간영역에 대하여 도시한 것이며, 도 9는 절입량의 변화에 따른 AE 센서(21)로부터 취득한 전압신호의 RMS 값을 시간영역에 대하여 도시한 것이다.

절입량이 커짐에 따라 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값이 모두 증가했음을 볼 수 있으며, 이는 절입량과 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값 사이에 상관관계가 있고, 이는 곧 최적의 절입량에 따른 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값을 결정할 수 있음을 의미한다.

또한, 절입량과 함께 최적의 드레싱 조건을 결정하는 변수 중의 하나인 드레싱 시간에 따른 AE 신호의 변화를 비교하기 위하여, 상기 식(1)에서의 ΔT 를 50초로 설정하여 회전속도 600RPM(30Hz)와 1700RPM(97.5Hz)에 대한 RMS 값을 계산하였다. 도 10은 드레싱 시간의 변화에 따른 AE 센서(21)로부터 취득한 전압신호의 RMS 값을 시간영역에 대하여 도시한 것이다.

드레싱 시간이 짧아짐에 따라, 즉 회전속도가 빨라짐에 따라 AE_{RMS} 값이 증가했음을 알 수 있으며, 이는 절삭깊이에서와 마찬가지로 최적의 드레싱 시간에 따른 AE_{RMS} 값을 설정할 수 있음을 의미한다.

상기에서와 같이 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값을 드레싱 공정을 변화시키며 각 드레싱 공정에 대하여 계산하고, 광학 현미경을 통하여 드레싱된 연삭숫돌(3)의 표면상태와 함께 실제로 상기 연삭숫돌(3)을 이용하여 연삭가공한 공작물의 표면을 관찰한 후, 이들을 상호 비교하여 최적의 가공결과를 가져오는 드레싱 공정에서의 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값을 결정한다. 상기의 방법에 의

하여 결정된 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값은 최적의 드레싱 조건에서의 RMS 값이며, 따라서 작업자는 경험에 의존하지 않고 상기 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값을 유지하는 상태에서 드레싱 공정을 수행하기만 하면 작업자의 변동에 관계없이 언제든지 최적의 드레싱 결과를 얻을 수 있게 된다.

상기와 같은 일련의 과정에 의하여 결정된 AE_{RMS} 와 H_{RMS} 값은 동일한 연삭숫돌(3)과 드레서(7) 및 드레싱 장치(10)를 사용하는 경우에는 반복적으로 사용할 수 있는 결과값이며, 연삭숫돌(3)과 드레서(7) 및 드레싱 장치(10)가 변경된 경우에만 최적의 드레싱 조건을 찾는 상기의 과정을 다시 수행하면 된다.

본 발명에 따른 연삭숫돌의 최적 드레싱 조건을 결정하는 시스템 및 방법을 특정의 실시예와 관련하여 도시 및 설명하였으나, 특허청구범위에 나타난 본 발명의 기술적 사상에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변화 및 개조가 가능하다는 것은 당업계에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구라도 쉽게 알 수 있을 것이다.

발명의 효과

이상에서와 같이 본 발명은 AE 센서(21)와 홀센서(23)를 동시에 이용하는 센서융합을 통한 최적의 드레싱 조건을 결정하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이며, 연삭숫돌(3)을 이용한 정밀 연삭가공의 품질 신뢰성을 확보하고, 본 발명에 의한 최적 신호값의 데이터베이스화를 통하여 정형화된 최적의 드레싱 기술을 제공하게 된다.

또한, 본 발명은 AE 센서(21)와 홀센서(23)를 동시에 이용함으로써, 종래의 단일한 하나의 센서에서 취득된 데이터에 의하여 드레싱시간과 드레싱량을 결정하였던 장치 및 방법에 비하여 드레싱 품질의 안정 및 신뢰성을 향상시켰다는 장점이 있다.

이로써 작업자의 경험에 많은 영향을 받았던 종래의 드레싱 작업은 객관화된 데이터에 의한 표준화된 드레싱 작업으로 변화되고, 이로써 값비싼 고가의 연삭숫돌(3)의 수명을 증대시키고 작업효율성을 향상시키는 물론, 연삭숫돌(3)에 의해 가공되는 공작물의 품질의 향상 및 안정을 기할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

연삭숫돌(3)을 최적의 상태로 드레싱하기 위한 드레싱 조건을 결정하기 위하여,

음향방출신호를 측정하기 위하여 드레서(7)와 가장 가까운 드레싱 장치(10)의 측면부에 부착되는 AE 센서(21);

상기 드레싱 장치(10)의 모터부(13)에 걸리는 전류부하를 측정하기 위하여 상기 모터부(13)에 인가되는 3상 전원선(15) 중의 하나에 연결되는 홀센서(23);

상기 홀센서(23) 신호 및 상기 필터(27)를 통과한 AE 신호를 디지털로 변환하는 A/D 변환기(29);

상기 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털화된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호를 사전에 정하여진 시간범위에 대한 RMS 값으로 계산하는 RMS 변환기(31); 및

상기 RMS 변환기(31)에 의하여 계산된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값을 표시하는 표시부(33);

를 포함하여 이루어지는 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건을 결정하는 시스템.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

연삭숫돌(3)을 최적의 상태로 드레싱하기 위한 드레싱 조건을 설정하기 위하여,

드레싱 장치(10)에 부착된 AE 센서(21)로부터 음향방출신호를 측정하는 단계;

상기 드레싱 장치(10)의 모터부(13)에 인가되는 3상 전원 중의 하나에 홀센서(23)를 연결하고, 상기 모터부(13)에 걸리는 전류부하를 측정하는 단계;

상기 홀센서(23)에 의하여 측정된 신호와 상기 필터링 된 AE 신호를 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털로 변환하는 단계;

상기 A/D 변환기(29)에 의하여 디지털화된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호를 RMS 변환기(31)에 의하여 사전에 정하여진 시간범위에 대한 RMS 값으로 계산하는 단계;

상기 RMS 변환기(31)에 의하여 계산된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값을 표시부(33)에 표시하는 단계;

상기 표시부(33)에 표시된 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값과, 드레싱 된 연삭숫돌(3)에 의하여 가공된 공작물의 표면상태를 비교하는 단계; 및

상기 비교 단계를 통하여 정하여진 최적의 가공 상태에 대응하는 드레싱 조건에서의 상기 홀센서(23) 신호 및 상기 AE 신호의 RMS 값을 결정하는 단계;

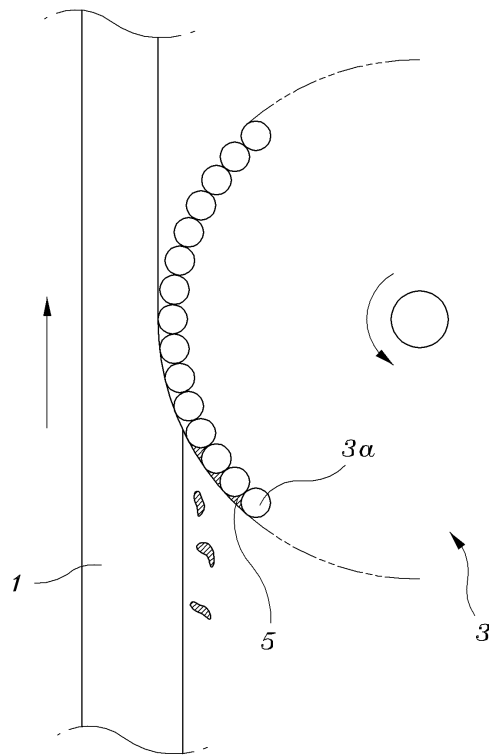
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건의 결정방법.

청구항 4.

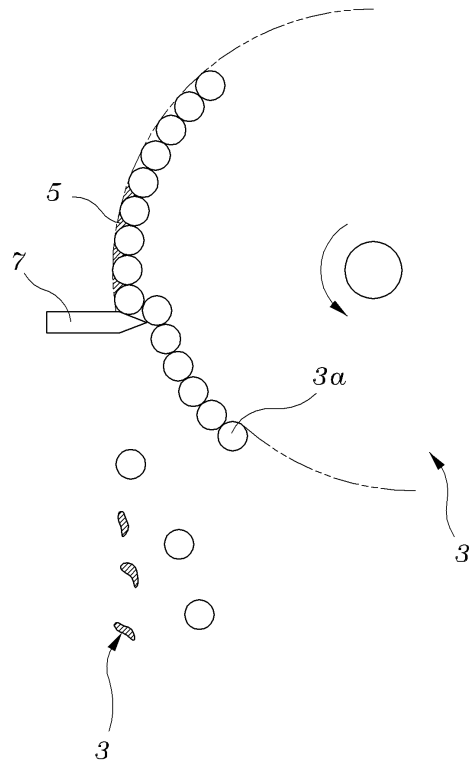
제 3 항에 있어서, 상기 AE 센서(21)는 드레서(7)와 가장 가까운 상기 드레싱 장치(10)의 측면부에 부착하는 단계를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 연삭숫돌(3)의 최적 드레싱 조건의 결정방법.

도면

도면1



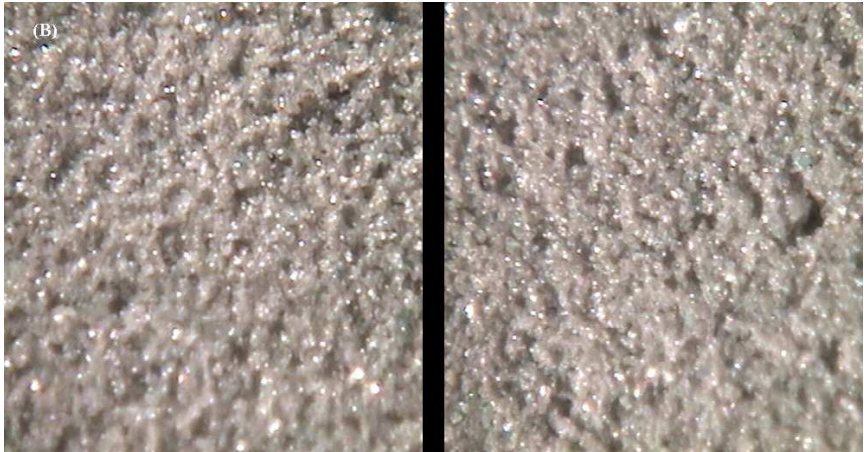
도면2



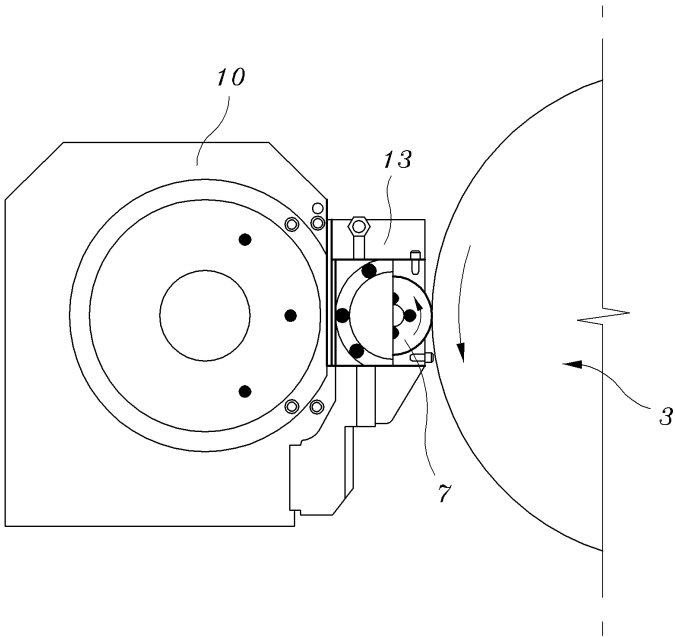
도면3a



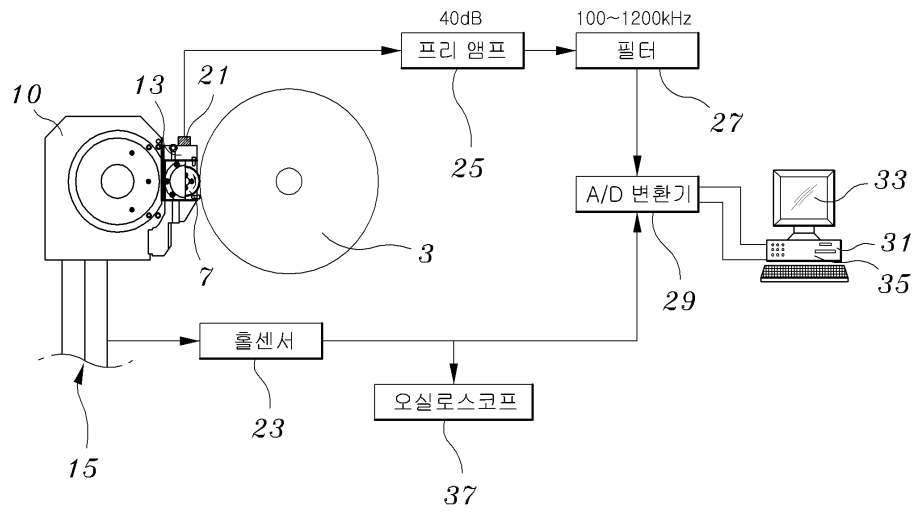
도면3b



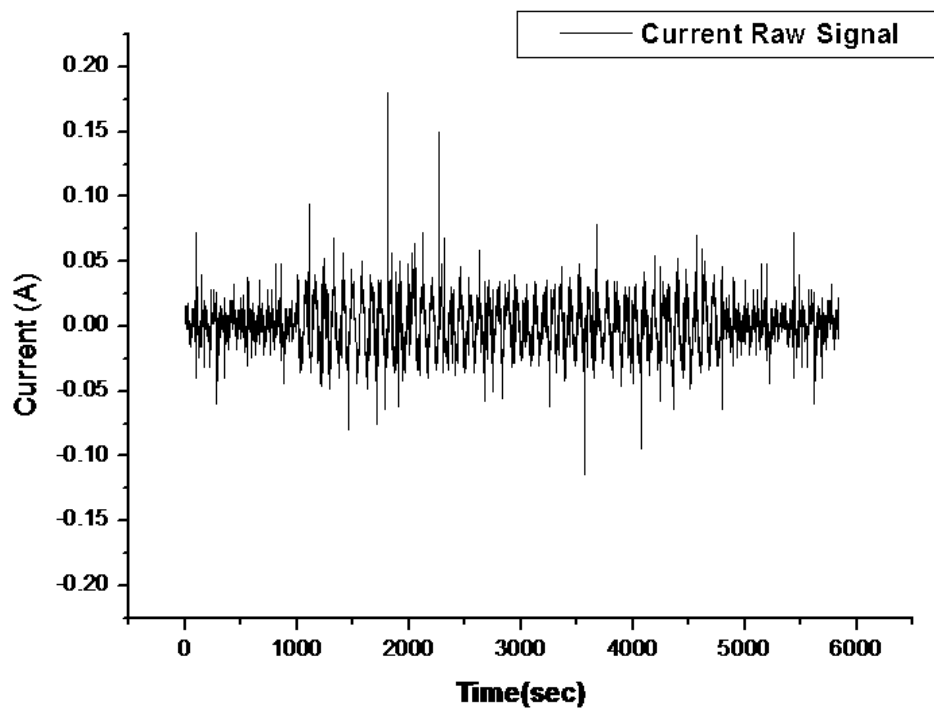
도면4



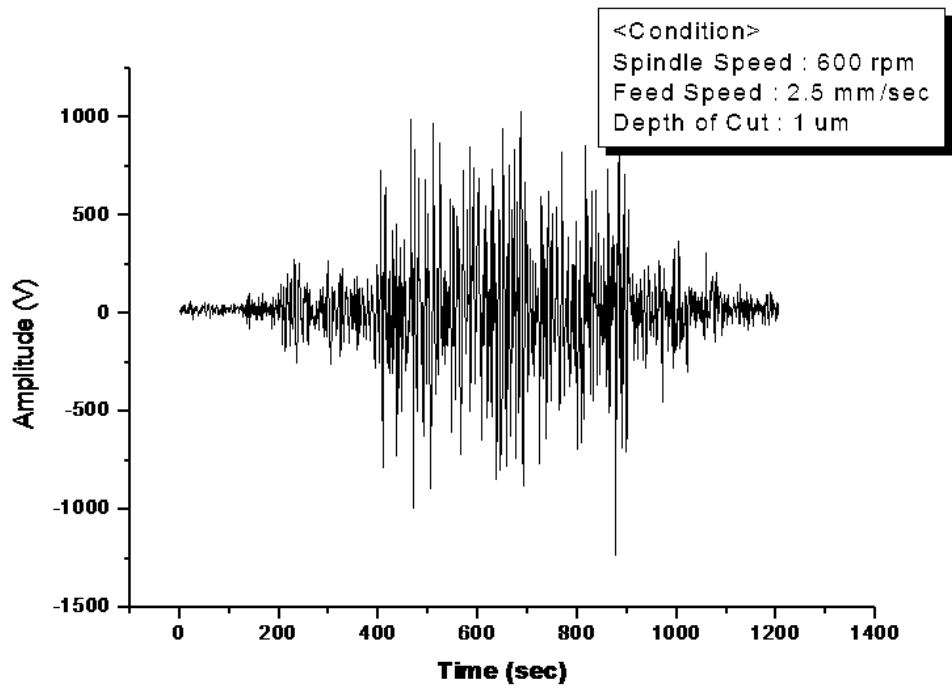
도면5



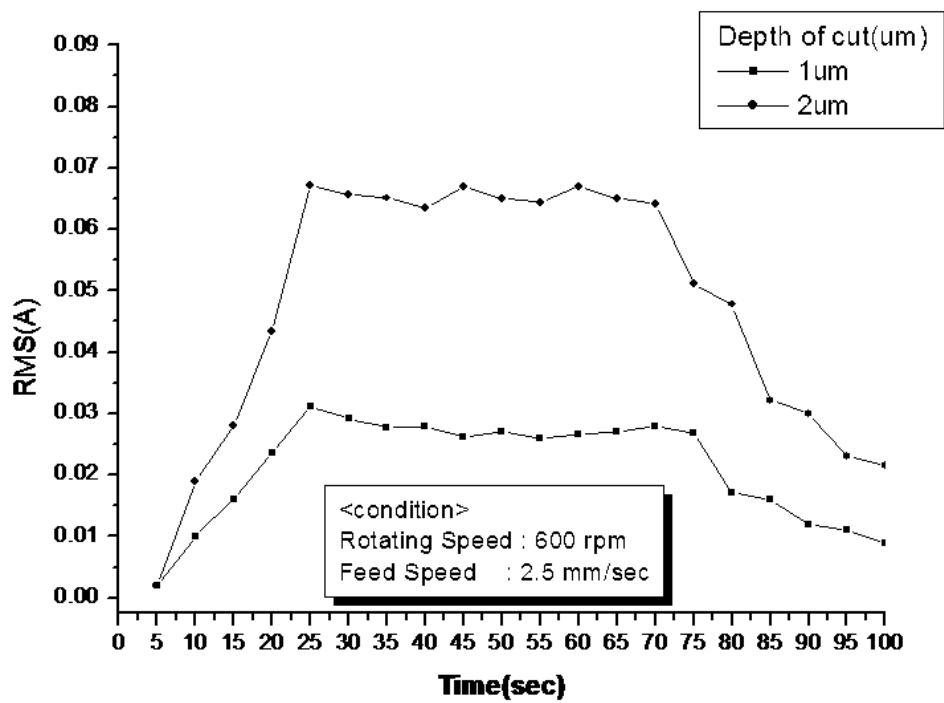
도면6



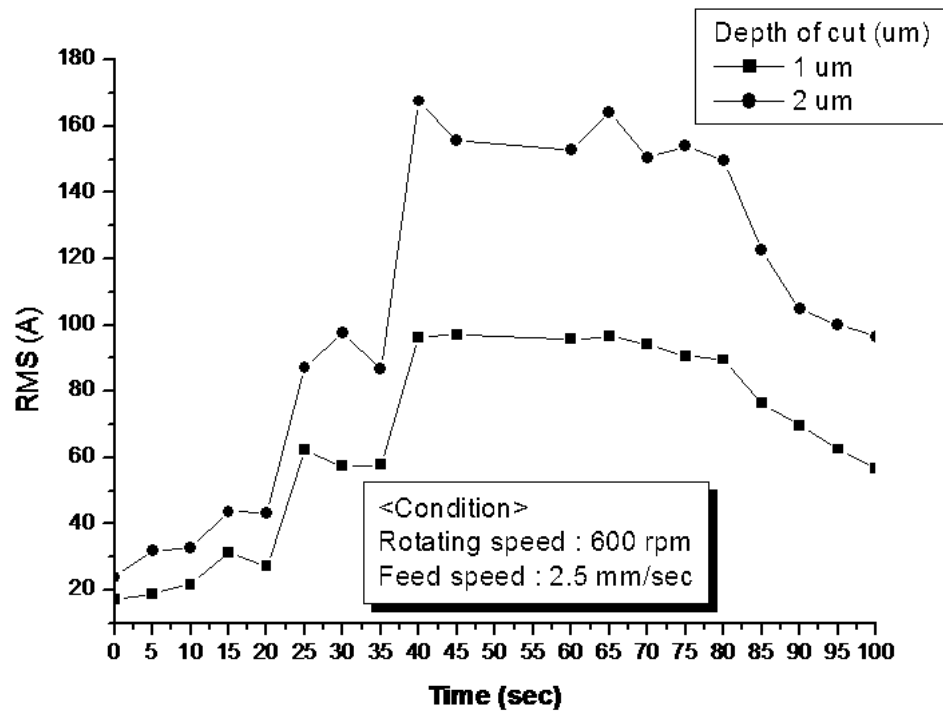
도면7



도면8



도면9



도면10

