(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014 년 4 월 10 일 (10.04.2014)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2014/054858 A1

(51) 국제특허분류:
B23B 29/00 (2006.01) *B23Q 11/00* (2006.01)
B23B 27/00 (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2013/008236

(22) 국제출원일: 2013 년 9 월 11 일 (11.09.2013)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2012-0109784 2012 년 10 월 4 일 (04.10.2012) KR

(71) 출원인: **한국기계연구원 (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS)** [KR/KR]; 305-343 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).

(72) 발명자: **김동훈 (KIM, Dong-Hoon)**; 305-343 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR). **송준엽 (SONG, Joon Yub)**; 305-343 대전시 유성구 가정북로 156, Daejeon (KR).

(74) 대리인: **팬코리아특허법인 (PANKOREA PATENT AND LAW FIRM)**; 135-080 서울시 강남구 역삼동 823-16 13 층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

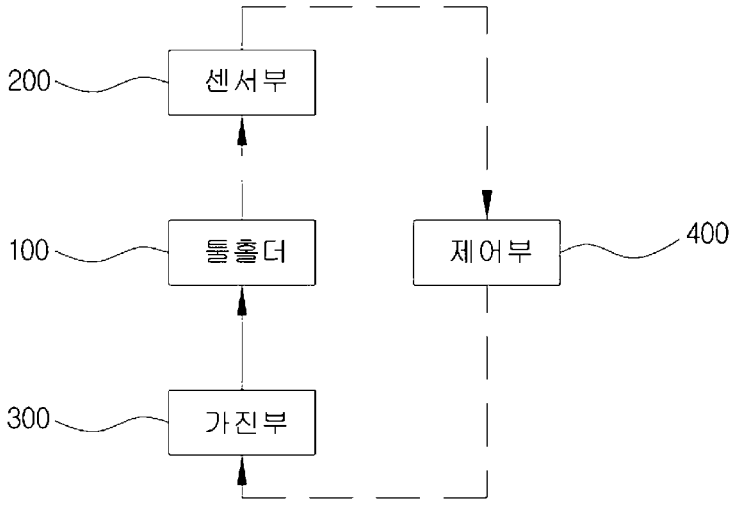
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR REDUCING VIBRATION OF MACHINE TOOL

(54) 발명의 명칭 : 공작기계 진동 저감 장치 및 방법



100 ... Tool holder
200 ... Sensor unit
300 ... Exciter unit
400 ... Control unit

(57) Abstract: The present invention relates to an apparatus and a method for reducing vibration of a machine tool, and more specifically, to an apparatus and a method for reducing vibration of a machine tool by measuring the vibration of the machine tool so as to generate a same frequency for removing the vibration by an piezoelectric exciter and simultaneously alter a phase thereof, thereby extinguishing and interfering with a generated vibration waveform.

(57) 요약서: 본 발명은 공작기계 진동 저감 장치 및 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 공작기계의 진동을 측정하여 이를 제거하기위한 동일 주파수를 피에죠 가진기로 발생시킴과 동시에 위상을 변화시킴으로서 발생된 진동파형을 소멸간섭 시키는 공작기계 진동 저감 장치 및 방법을 제공한다.

WO 2014/054858 A1

명세서

발명의 명칭: 공작기계 진동 저감 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 공작기계 진동 저감 장치 및 방법에 관한 것으로서, 구체적으로는 공작기계의 진동을 측정하여 이를 제거하기 위한 동일 주파수를 피에죠 가진기로 발생시킴과 동시에 위상을 변화시킴으로써 발생된 진동파형을 소멸간섭 시키는 공작기계 진동 저감 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 공작기계는 기계를 제작하기 위한 기계의 총칭이다. 절삭구를 사용하여 금속의 절단, 절삭, 보링, 드릴링, 나사 절삭, 연삭 등 기타방법을 통해서 절삭 칩을 발생하면서 금속 및 기타의 재료를 가공하여 필요한 모양으로 만드는 기계를 말한다. 이는 기계를 만들기 위한 기계일 뿐만 아니라 모든 기계의 기초가 되는 것이다. 일반적으로 공작기계는 금속가공용의 기계를 지칭하는 경우가 많다. 공작기계는 범용 공작기계와 전용 공작기계로 구분할 수 있는데, 그 중 범용 공작기계로는 선반, 드릴기계, 보링기계, 밀링기계, 톱기계, 연삭기계 등이 있다.

[3] 공작기계는 설계오차 및 외란에 의해 진동발생이 필연적으로 생기게 되는데 이러한 진동은 기계 및 구조물의 내구성을 저하시킬 뿐만 아니라 가공품의 측면에서 정밀도를 떨어뜨리는 주요 원인이며 이로 발생되는 손실은 매우 크다 할 수 있다.

[4] 종래에는 대형부품의 경우, 깊은 홀 가공 시, 공구가 직경대비 길이가 길어짐에 따라, 즉 직경대비 길이 비율인 종횡비가 4D이상 경우, 가공 시 진동 등으로 표면조도 확보가 어려울 경우 부품을 모듈로 작게 가공 후 용접하는 방법을 많이 사용했다. 최근, 대형 일체형 부품(항공기랜딩기어, 대형모터, 풍력설비, 기타 중공업 부품 등) 가공의 필요성이 많아짐에 따라 깊은 홀 가공의 필요성이 많아지며, 대표적으로 드릴링과 보링 공정이 있다. 드릴링은 먼저 러프하게 홀을 가공하는 공정이며, 보링은 드릴링 후 정밀하게 내경을 다지거나 넓히는 후 공정에 속한다.

[5] 따라서, 드릴링에 비하여 보링공정은 정밀도가 요구되는 공정이므로, 표면조도(보통 2um이내)를 달성하기 위하여 깊은 홀 가공 시 진동 감쇠가 필요한 대표공정이다.

[6] 종래에는 일반적으로 보링 가공 시 발생하는 진동을 저감하기 위해 툴홀더에 제진기를 설치하여 진동을 억제시키거나 보링머신의 베이스에 댐퍼를 설치하여 진동을 제거하고자 하였다. 이러한 방법은 구조물/기계의 자체에서 발생하는 진동 및 외란에 의해 인가된 진동 등 그 진동의 레벨 및 주파수는 항상 다르게 나타나기에 넓은 주파수 대역의 설계에는 한계를 가지고 있을 뿐만 아니라 설계 수정등과 같은 변화에 대해 교체 비용, 작업비용이 매우 크기에 적용성의

어려움이 있다. 종래의 경우, 가공 시 표면조도에 영향을 미치는 발생진동의 감쇠를 위하여 수동적인 방법이 주로 사용 되었다. 예를 들어, 기계나 가공조건에 따라 진동이 다르므로 특정기계나 주로 고정된 가공조건(툴의 이송속도, 회전속도 및 절입깊이 등)에 따라 발생하는 진동의 범위가 있으므로, 예측된 진동범위에 맞게 대략적으로 공작기계의 강성설계 또는 댐퍼를 두는 정도이었다. 이는 다양한 공정이나 가공조건에 따라 활용이 불가능하여 구조설계 변경이 필요하고, 이에 따른 시간과 경비(설계수정, 교체작업비용)가 발생되므로 비효과적이고 수동적인 방식이다.

[7] 한국공개특허 [10-2008-0098583]에서는 작업기계의 흔들림 방지장치가 개시되어 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[8] 따라서, 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, 센서부를 이용하여 실시간으로 진동주파수 및 진폭을 측정하고 이에 상응하는 주파수를 가진부에 인가하여 공작기계에 발생되는 진동을 능동적으로 저감시키는 공작기계 진동 저감 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

[9] 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치에 있어서, 공작기계에 구비되어 절삭공구(10)를 고정하는 툴홀더(100); 상기 툴홀더(100)에 고정되어 상기 절삭공구(10)의 진동을 센싱하는 센서부(200); 상기 툴홀더(100)에 고정되어 상기 절삭공구(10)에 진동을 인가하는 가진부(300); 및 상기 센서부(200) 및 가진부(300)와 연결되어 상기 센서부(200)에 의해 센싱된 정보를 이용하여 상기 가진부(300)를 제어하는 제어부(400);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[10] 또한, 상기 툴홀더(100)는 툴홀더 프레임부(110); 상기 툴홀더 프레임부(110)의 일 측에 구비되어 상기 절삭공구(10)를 고정하는 절삭공구 고정부(120); 및 상기 툴홀더 프레임부(110)의 일 측에 구비되어 상기 툴홀더(100)를 고정하는 툴홀더 고정부(130);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[11] 또, 상기 가진부(300)는 상기 툴홀더(100)에 밀착하여 고정되는 가진기 고정부(310); 및 상기 절삭공구(10)와 접촉되며, 상기 센서부(200)로부터 감지된 진동에 따라 가진하는 피에조 가진부(320);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[12] 또한, 상기 가진부(300)는 상기 툴홀더(100)와 상기 피에조 가진부(320) 사이에 개재되어 상기 피에조 가진부(300)의 예압을 조정하는 예압조정부(330);를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[13] 또, 상기 공작기계 진동 저감 장치는 상기 툴홀더(100)를 둘러싸는 형태로 상기 툴홀더(100) 외부에 구비되는 커버부(140);를 더 포함하여 구성되는 것을

특징으로 한다.

[14] 또한, 상기 센서부(200)는 적어도 하나의 가속도 센서를 포함하여 구성되며 유선 및 무선 중 선택되는 적어도 어느 하나의 방법으로 통신하는 것을 특징으로 한다.

[15] 또, 상기 제어부(400)는 상기 센서부(200)와 연결되어 상기 센서부(200)에 의해 획득된 신호를 이용하여 상기 센서부(200)의 진동주파수 및 파속을 측정하고 상기 가진부(300)의 가진주파수 진동을 추정하는 신호처리부(410); 및 상기 신호처리부(410) 및 상기 가진부(300)와 각각 연결되어 상기 신호처리부에서 추정된 진동을 입력받아 상기 가진부를 제어하는 가진제어부(420);를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[16] 또한, 상기 신호처리부(410)는 상기 센서부(200)로부터 입력된 진동신호의 메인 주파수와 위상변화를 측정하여 파속을 도출하고, 상기 진동신호의 매질 내 감쇠량을 측정하여 진동원의 실제 진동진폭을 예측하며, 상기 가진부(300)에 가진할 진폭을 결정하는 것을 특징으로 한다.

[17] 아울러, 상기 가진제어부(420)는 상기 신호처리부(410)에서 추정된 진동으로 상기 가진부(300)를 제어하여 상기 가진부(300)에 의해 저감된 진동 피크를 측정하며, 그 결과를 피드백 받아 진동의 변화를 모니터링하고, 발생된 진동을 저감하기 위해 가진주파수의 위상을 변화시키면서 상기 가진부(300)를 제어하는 것을 특징으로 한다.

[18] 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 방법은 툴홀더(100), 센서부(200), 가진부(300) 및 제어부(400)를 포함하여 구성되는 공작기계 진동 저감 장치를 이용한 공작기계 진동 저감 방법에 있어서, 상기 센서부(200)로부터 진동 신호를 입력받는 신호입력 단계(S10); 상기 신호입력 단계(S10)에서 입력받은 신호를 이용하여 상기 센서부(200)로부터 입력받은 진동의 진동 크기를 추정하는 진동추정 단계(S20); 및 상기 진동추정 단계(S20)에서 추정된 진동의 크기를 이용하여 상기 가진부(300)를 제어하는 가진부 제어 단계(S30);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[19] 또한, 상기 진동추정 단계(S20)는 상기 신호입력 단계(S10)에서 입력받은 신호를 앰프로 증폭시키는 신호증폭 단계(S21); 상기 신호증폭 단계(S21)에서 증폭된 신호를 타임도메인(T)에 해당되는 전압(V)신호로 취득하는 전압신호 취득 단계(S22); 상기 전압신호 취득 단계(S22)에서 취득된 전압신호를 진동레벨(힘의 크기)로 변환하기 위하여 고속푸리에변환(FFT)하는 푸리에변환 단계(S23); 및 상기 푸리에변환 단계(S23)에서 변환된 정보를 이용하여 주파수 도메인(Frequence)에 해당하는 진동크기(Amplitude)를 획득하는 진동크기 획득 단계(S24);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[20] 또, 상기 진동크기 획득 단계(S24)는 상기 푸리에변환 단계(S23)로부터 획득된 신호를 이용하여 메인 주파수 및 파속을 추정하는 주파수 및 파속 추정 단계(S25); 및 상기 진동신호의 매질 내 감쇠량을 측정하여 진동원의 실제

진동진폭을 예측하여 가진 할 진폭을 결정하는 진폭 결정 단계(S26);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[21] 또한, 상기 가진부 제어 단계(S30) 이후에 상기 가진부 제어단계(30)에서 상기 가진부(300)를 제어하여 저감된 진동을 모니터링 하여 보상 제어하는 피드백 제어 단계(S40);를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[22] 아울러, 상기 피드백 제어 단계(S40)는 상기 가진부(300)에 의해 저감된 진동 피크를 측정하는 진동피크 측정 단계(41); 상기 진동피크 측정 단계(S41)에서 측정된 진동피크를 피드백 받아 진동의 변화를 모니터링 하는 모니터링 단계(S42); 및 상기 모니터링 단계(S42)에서 모니터링한 정보를 이용하여 가진주파수의 위상을 변화시키면서 상기 가진부(300)를 제어하는 보상제어 단계(S43);를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[23] 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치 및 방법에 의하면, 실시간으로 진동을 측정하고 측정된 결과를 바탕으로 발생된 진동을 저감시킴으로써 공작기계의 가공작업의 정밀도를 향상 시킬 수 있으며, 진동의 저감으로 공작기계의 수명도 증가시킬 수 있으며, 그로 인해 원가절감 효과가 더욱 뛰어나다.

도면의 간단한 설명

[24] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 블록도.

[25] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 사시도.

[26] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 툴홀더의 사시도.

[27] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 툴홀더의 분해사시도.

[28] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 가진부의 사시도.

[29] 도 6는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 예압조정부를 포함하는 분해 사시도.

[30] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 커버부를 포함하는 사시도.

[31] 도 8 내지 도 11는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 순서도.

발명의 실시를 위한 형태

[32] 이하, 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치 및 방법은 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 다음과 같다.

[33] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 블록도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 사시도이며, 도 3은

본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 툴홀더의 사시도이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 툴홀더의 분해사시도이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 가진부의 사시도이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 예압조정부를 포함하는 분해 사시도이며, 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 커버부를 포함하는 사시도이고, 도 8 내지 도 11는 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치의 순서도이다.

[34] 도 1 내지 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 공작기계 진동 저감 장치는 툴홀더(100), 센서부(200), 가진부(300) 및 제어부(400)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 한다.

[35] 툴홀더(100)는 공작기계에 구비되어 절삭공구(10)를 고정한다.

[36] 센서부(200)는 상기 툴홀더(100)에 고정되어 상기 절삭공구(10)의 진동을 센싱한다. 이때, 상기 센서부(200)는 절삭 시 발생되는 진동의 주파수와 파속을 측정하기 위한 적어도 하나의 가속도 센서를 포함하여 구성되며 유선 및 무선 중 선택되는 적어도 어느 하나의 방법으로 통신하는 것을 특징으로 할 수 있다. 일 예로, 센서 두 개를 구비하여 하나의 센서는 주 센서로 유선으로 통신이 가능하며, 다른 하나의 센서는 보조 센서로 무선으로 통신 가능하도록 구성하여 주 센서로부터 신호가 문제(불안정한 전원 노이즈 등)가 발생할 경우를 대비 할 수 있다.

[37] 가진부(300)는 상기 툴홀더(100)에 고정되어 상기 절삭공구(10)에 진동을 인가한다.

[38] 제어부(400)는 상기 센서부(200) 및 가진부(300)와 연결되어 상기 센서부(200)에 의해 센싱된 정보를 이용하여 상기 가진부(300)를 제어한다. 다시 말해, 공작기계의 상기 툴홀더(100)에 발생하는 진동을 저감하기 위해 상기 툴홀더(100)에 상기 가진부(300)를 연결하고, 상기 제어부(400)가 상기 툴홀더(100)에 부착된 상기 센서부(200)를 이용하여 진동 발생원의 진동크기를 예측하고 이를 제거하기위한 주파수를 예측된 진폭으로 상기 가진부(300)에 인가시킴으로써 외부에서 발생된 진동을 저감할 수 있다.

[39] 툴홀더(100)에 대하여 보다 상세하게 설명하자면 도 3 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 툴홀더(100)는 툴홀더 프레임부(110), 절삭공구 고정부(120) 및 툴홀더 고정부(130)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[40] 툴홀더 프레임부(110)는 절삭공구(10)를 고정하기 위한 베이스를 형성하며 일 예로 선반의 공구대의 프레임과 유사한 형태일 수 있다.

[41] 절삭공구 고정부(120)는 상기 툴홀더 프레임부(110)의 일 측에 구비되어 상기 절삭공구(10)를 고정한다. 일 예로 상기 툴홀더(100)가 선반의 공구대와 유사한 형태일 경우 절삭공구를 고정하기 위한 고정볼트 등이 될 수 있다.

[42] 툴홀더 고정부(130)는 상기 툴홀더 프레임부(110)의 일 측에 구비되어 상기 툴홀더(100)를 고정한다. 일 예로 상기 툴홀더(100)가 선반의 공구대와 유사한

형태일 경우 툴홀더 고정부의 잠금을 열면 툴홀더가 360도 회전이 가능하고 툴홀더 고정부를 잠그면 툴홀더가 고정될 수 있다.

[43] 가진부(300)에 대하여 보다 상세하게 설명하자면 도 5에 도시된 바와 같이,상기 가진부(300)는 가진기 고정부(310) 및 피에죠 가진부(320)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[44] 가진기 고정부(310)는 상기 툴홀더(100)에 밀착하여 고정된다. 일 예로 상기 툴홀더(100)가 선반의 공구대와 유사한 형태일 경우 진동에 의한 흔들림이 없도록 상기 툴홀더(100)에 밀착 고정되어 상기 가진기(300)에 인가된 진동이 상기 절삭공구(10)에 전달되는 전달률이 높도록 한다.

[45] 피에죠 가진부(320)는 상기 절삭공구(10)와 접촉되며, 상기 센서부(200)로부터 감지된 진동에 따라 가진한다.

[46] 피에조 가진기(Piezoelectric Actuator)는 압전효과나 전왜(電歪)효과에 의한 물질의 신축을 응용한 액추에이터로서 주로 압전 물질이 사용된다. 압전물질의 전계 E와 변형 e의 관계는 e = dE로 표현되고 d는 압전상수이다. 이 관계는 E가 비교적 작은 영역에서 성립되는 것으로서 E가 큰 경우에는 자발분극(自發分極)에 의하여 이 이상의 변형을 발생한다. 액추에이터에 사용하는 압전재료로서는 전계 유기변형이 큰 재료가 유리하고 이런 목적으로는 페로브스카이트 결정의 고용체가 적합하다.

[47] 압전재료의 인가전계(印加電界)에 의해 신축을 확대 또는 축소하는 방법과 분극(分極)방향이 서로 다른 압전체를 맞붙여 인가전압에 따른 반대현상을 이용하는 방법이 있다. 이것의 응용으로써 압전스피커, 압전진동자. 압전모터, 초정밀이동 스테이지, 압전 트랜스, 점화기용 전원 등에 사용되고 있다.

[48] 도 6에 도시된 바와 같이, 상기 가진부(300)는 상기 툴홀더(100)와 상기 피에죠 가진부(320) 사이에 개재되어 상기 피에죠 가진부(300)의 예압을 조정하는 예압조정부(330)를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다. 이때, 툴홀더 고정부(130)를 조절하여 조정 가능한 예압의 범위는 0~10mm 정도가 될 수 있다.

[49] 도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 장치는 상기 툴홀더(100)를 둘러싸는 형태로 상기 툴홀더(100) 외부에 구비되며, 절삭 시 발생하는 절삭칩 또는 절삭유로부터 상기 가진부(300)를 보호하는 커버부(140)를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다. 공작기계에서 절삭 작업 시 절삭칩이 발생하며 절삭 작업을 용이하게 하기위해 절삭유를 사용한다. 이때, 사용된 절삭유와 발생된 절삭칩의 유입으로 상기 가진부(300)의 성능을 저하시킬 우려가 있으므로 이로부터 상기 가진부(300)를 보호하기 위한 보호수단으로 상기 커버부(140)를 더 포함하여 구성될 수 있다.

[50] 제어부(400)에 대하여 보다 상세하게 설명하자면, 상기 제어부(400)는 신호처리부(410) 및 가진제어부(420)를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[51] 신호처리부(410)는 상기 센서부(200)와 연결되어 상기 센서부(200)에 의해 획득된 신호를 이용하여 상기 센서부(200)의 진동주파수 및 파속을 측정하고 상기 가진부(300)의 가진주파수 진동을 추정한다. 이때, 상기 신호처리부(410)는 상기 센서부(200)로부터 입력된 진동신호의 메인 주파수와 위상변화를 측정하여 파속을 도출하고, 상기 진동신호의 매질 내 감쇠량을 측정하여 진동원의 실제 진동진폭을 예측하며, 상기 가진부(300)에 가진 할 진폭을 결정하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[52] 가진제어부(420)는 상기 신호처리부(410) 및 상기 가진부(300)와 각각 연결되어 상기 신호처리부에서 추정된 진동을 입력받아 상기 가진부를 제어한다. 이때, 상기 가진제어부(420)는 상기 신호처리부(410)에서 추정된 진동으로 상기 가진부(300)를 제어하며, 상기 가진부(300)에 의해 저감된 진동 피크를 측정하여 그 결과를 피드백 받아 진동의 변화를 모니터링하고, 발생된 진동을 저감하기 위해 가진주파수의 위상을 변화시키면서 상기 가진부(300)를 제어하는 것을 특징으로 할 수 있다. 이때, 상기 가진제어부(420)에 의해 저감된 진동피크를 측정하기 위해 밴드패스 필터(band-pass filter)를 이용 할 수 있다. 여기서, 밴드패스 필터는 어떤 주파수를 중심으로 하여 한정된 범위의 주파수 대역만 통과시키는 필터를 말하며 대역필터라고도 한다. 일 예로, 실제 보링가공용 선반기계에서 보링공정 시 보링바에서 발생하는 1차 고유진동수를 오실로스코프 같은 계측기로 확인(외란가진 시험기나 ANSYS해석으로도 예측) 가능하다. 보통 기계유격, 불안정한 전원노이즈 및 회전체 편심력 등으로 실제 가공 시 노이즈 영역이 발생하게 되고 이러한 불필요 데이터 영역대(노이즈)를 제거하기 위하여 밴드패스 필터의 대역설정을 하여 필요한 영역대만 남기도록 하므로 필요 데이터만 확보하기 위한 필터링을 할 수 있다.

[53]

[54] 도 8에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 방법은 툴홀더(100), 센서부(200), 가진부(300) 및 제어부(400)를 포함하여 구성되는 공작기계 진동 저감 장치를 이용한 공작기계 진동 저감 방법에 있어서, 신호입력 단계(S10), 진동추정 단계(S20) 및 가진부 제어 단계(S30)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[55] 신호입력 단계(S10)는 상기 센서부(200)로부터 진동 신호를 입력받는다.

[56] 진동추정 단계(S20)는 상기 신호입력 단계(S10)에서 입력받은 신호를 이용하여 상기 센서부(200)로부터 입력받은 진동의 진동 크기를 추정한다.

[57] 가진부 제어 단계(S30)는 상기 진동추정 단계(S20)에서 추정된 진동의 크기를 이용하여 상기 가진부(300)를 제어한다.

[58] 다시 말해, 상기 제어부(400)가 상기 센서부(200)로부터 진동 신호를 입력받아 진동 발생원의 진동크기를 추정하고 이를 이용하여 진동 발생원의 진동을 제거하기위한 주파수를 상기 가진부(300)에 인가시킴으로서 공작기계의 상기 툴홀더(100)에 발생하는 진동을 저감할 수 있다.

[59] 진동추정 단계(S20)에 대하여 보다 상세하게 설명하자면 도 9에 도시된 바와 같이, 상기 진동추정 단계(S20)는 신호증폭 단계(S21), 전압신호 취득 단계(S22), 푸리에변환 단계(S23) 및 진동크기 획득 단계(S24)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[60] 신호증폭 단계(S21)는 상기 신호입력 단계(S10)에서 입력받은 신호를 앰프로 증폭시킨다.

[61] 전압신호 취득 단계(S22)는 상기 신호증폭 단계(S21)에서 증폭된 신호를 타임도메인(T)에 해당되는 전압(V)신호로 취득한다.

[62] 푸리에변환 단계(S23)는 상기 전압신호 취득 단계(S22)에서 취득된 전압신호를 진동레벨(힘의 크기)로 변환하기 위하여 고속푸리에변환(FFT) 한다.

[63] 진동크기 획득 단계(S24)는 상기 푸리에변환 단계(S23)에서 변환된 정보를 이용하여 주파수 도메인(Frequence)에 해당하는 진동크기(Amplitude)를 획득한다.

[64] 다시 말해, 상기 제어부(400)가 상기 센서부(200)로부터 진동 신호를 입력받은 신호를 앰프로 증폭시키고 증폭된 신호를 타임도메인(T)에 해당되는 전압(V)신호로 취득하여 취득된 전압신호를 고속푸리에변환(FFT)하여 진동레벨(힘의 크기)로 변환하며 주파수 도메인(Frequence)에 해당하는 진동크기(Amplitude)를 획득할 수 있다.

[65] 도 10에 도시된 바와 같이, 상기 진동크기 획득 단계(S24)는 상기 푸리에변환 단계(S23)로부터 획득된 신호를 이용하여 메인 주파수 및 파속을 추정하는 주파수 및 파속 추정 단계(S25) 및 상기 진동신호의 매질 내 감쇠량을 측정하여 진동원의 실제 진동진폭을 예측하여 가진 할 진폭을 결정하는 진폭 결정 단계(S26)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[66] 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 공작기계 진동 저감 방법은 상기 가진부 제어 단계(S30) 이후에 상기 가진부 제어단계(30)에서 상기 가진부(300)를 제어하여 저감된 진동을 모니터링 하여 보상 제어하는 피드백 제어 단계(S40)를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다. 이때, 상기 피드백 제어 단계(S40)는 상기 가진부(300)에 의해 저감된 진동 피크를 측정하는 진동피크 측정 단계(41), 상기 진동피크 측정 단계(S41)에서 측정된 진동피크를 피드백 받아 진동의 변화를 모니터링 하는 모니터링 단계(S42) 및 상기 모니터링 단계(S42)에서 모니터링한 정보를 이용하여 가진주파수의 위상을 변화시키면서 상기 가진부(300)를 제어하는 보상제어 단계(S43)를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[67]

[68] 본 발명은 상기한 실시예에 한정되지 아니하며, 적용범위가 다양함은 물론이고, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 다양한 변형 실시가 가능한 것은 물론이다.

[69]

[70] [부호의 설명]

[71] 100: 툴홀더 110: 툴홀더 프레임부

[72] 120: 절삭공구 고정부 130: 툴홀더 고정부

[73] 140: 커버부 200: 센서부

[74] 300: 가진부 310: 가진기 고정부

[75] 320: 피에죠 가진부 330: 예압조정부

[76] 400: 제어부 410: 신호처리부

[77] 420: 가진제어부

[78] S10: 신호입력 단계 S20: 진동추정 단계

[79] S21: 신호증폭 단계 S22: 전압신호 취득 단계

[80] S23: 푸리에변환 단계 S24: 진동크기 획득 단계

[81] S25: 주파수 및 파속 추정 단계 S26: 진폭 결정 단계

[82] S30: 가진부 제어 단계 S40: 피드백 제어 단계

[83] S41: 진동피크 측정 단계 S42: 모니터링 단계

[84] S43: 보상제어 단계

청구범위

[청구항 1] 공작기계에 구비되어 절삭공구(10)를 고정하는 툴홀더(100);
상기 툴홀더(100)에 고정되어 상기 절삭공구(10)의 진동을 센싱하는 센서부(200);
상기 툴홀더(100)에 고정되어 상기 절삭공구(10)에 진동을 인가하는 가진부(300); 및
상기 센서부(200) 및 가진부(300)와 연결되어 상기 센서부(200)에 의해 센싱된 정보를 이용하여 상기 가진부(300)를 제어하는 제어부(400);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 툴홀더(100)는
툴홀더 프레임부(110);
상기 툴홀더 프레임부(110)의 일 측에 구비되어 상기 절삭공구(10)를 고정하는 절삭공구 고정부(120); 및
상기 툴홀더 프레임부(110)의 일 측에 구비되어 상기 툴홀더(100)를 고정하는 툴홀더 고정부(130);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 가진부(300)는
상기 툴홀더(100)에 밀착하여 고정되는 가진기 고정부(310); 및
상기 절삭공구(10)와 접촉되며, 상기 센서부(200)로부터 감지된 진동에 따라 가진하는 피에조 가진부(320);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 4] 제3항에 있어서, 상기 가진부(300)는
상기 툴홀더(100)와 상기 피에조 가진부(320) 사이에 개재되어 상기 피에조 가진부(300)의 예압을 조정하는 예압조정부(330);
를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 5] 제1항에 있어서, 상기 공작기계 진동 저감 장치는
상기 툴홀더(100)를 둘러싸는 형태로 상기 툴홀더(100) 외부에 구비되는 커버부(140);
를 더 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 센서부(200)는
적어도 하나의 가속도 센서를 포함하여 구성되며 유선 및 무선 중

선택되는 적어도 어느 하나의 방법으로 통신하는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 제어부(400)는
상기 센서부(200)와 연결되어 상기 센서부(200)에 의해 획득된 신호를 이용하여 상기 센서부(200)의 진동주파수 및 파속을 측정하고 상기 가진부(300)의 가진주파수 진동을 추정하는 신호처리부(410); 및
상기 신호처리부(410) 및 상기 가진부(300)와 각각 연결되어 상기 신호처리부에서 추정된 진동을 입력받아 상기 가진부를 제어하는 가진제어부(420);
를 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 8] 제7항에 있어서, 상기 신호처리부(410)는
상기 센서부(200)로부터 입력된 진동신호의 메인 주파수와 위상변화를 측정하여 파속을 도출하고, 상기 진동신호의 매질 내 감쇠량을 측정하여 진동원의 실제 진동진폭을 예측하며, 상기 가진부(300)에 가진 할 진폭을 결정하는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 9] 제7항에 있어서, 상기 가진제어부(420)는
상기 신호처리부(410)에서 추정된 진동으로 상기 가진부(300)를 제어하며, 상기 가진부(300)에 의해 저감된 진동 피크를 측정하여 그 결과를 피드백 받아 진동의 변화를 모니터링하고, 발생된 진동을 저감하기 위해 가진주파수의 위상을 변화시키면서 상기 가진부(300)를 제어하는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 장치.

[청구항 10] 툴홀더(100), 센서부(200), 가진부(300) 및 제어부(400)를 포함하여 구성되는 공작기계 진동 저감 장치를 이용한 공작기계 진동 저감 방법에 있어서,
상기 센서부(200)로부터 진동 신호를 입력받는 신호입력 단계(S10);
상기 신호입력 단계(S10)에서 입력받은 신호를 이용하여 상기 센서부(200)로부터 입력받은 진동의 진동 크기를 추정하는 진동추정 단계(S20); 및
상기 진동추정 단계(S20)에서 추정된 진동의 크기를 이용하여 상기 가진부(300)를 제어하는 가진부 제어 단계(S30);
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 방법.

[청구항 11] 제10항에 있어서, 상기 진동추정 단계(S20)는

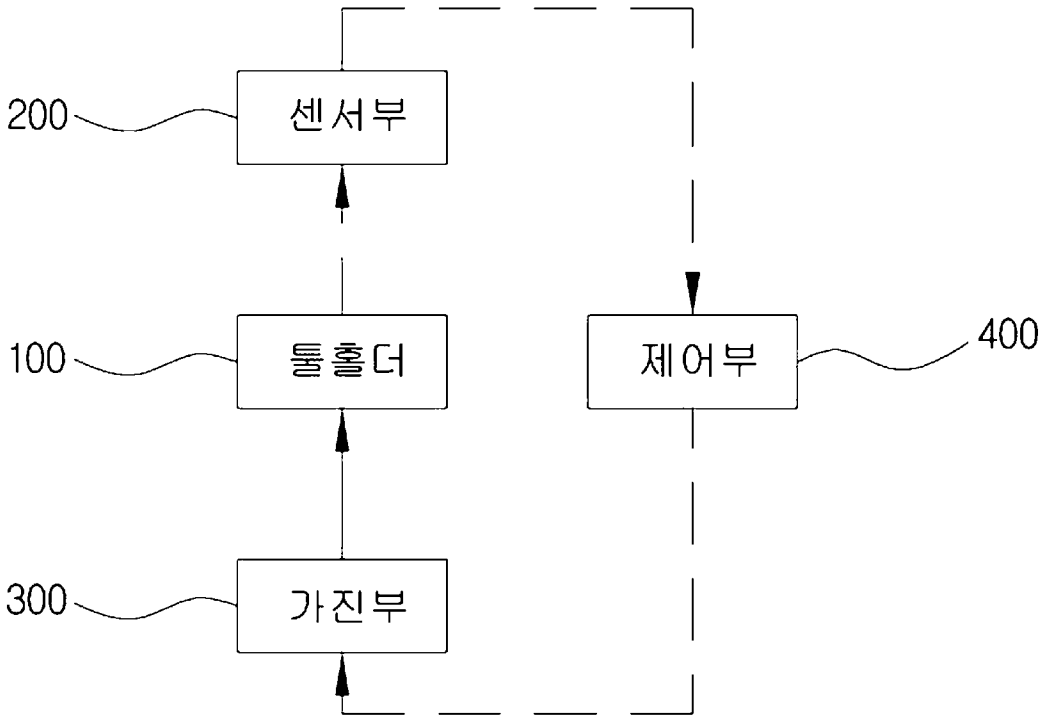
상기 신호입력 단계(S10)에서 입력받은 신호를 앰프로 증폭시키는 신호증폭 단계(S21);
상기 신호증폭 단계(S21)에서 증폭된 신호를 타임도메인(T)에 해당되는 전압(V)신호로 취득하는 전압신호 취득 단계(S22);
상기 전압신호 취득 단계(S22)에서 취득된 전압신호를 진동레벨(힘의 크기)로 변환하기 위하여 고속푸리에변환(FFT)하는 푸리에변환 단계(S23); 및
상기 푸리에변환 단계(S23)에서 변환된 정보를 이용하여 주파수 도메인(Frequence)에 해당하는 진동크기(Amplitude)를 획득하는 진동크기 획득 단계(S24);
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 방법.

[청구항 12] 제11항에 있어서, 상기 진동크기 획득 단계(S24)는
상기 푸리에변환 단계(S23)로부터 획득된 신호를 이용하여 메인 주파수 및 파속을 추정하는 주파수 및 파속 추정 단계(S25); 및
상기 진동신호의 매질 내 감쇠량을 측정하여 진동원의 실제 진동진폭을 예측하여 가진 할 진폭을 결정하는 진폭 결정 단계(S26);
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 방법.

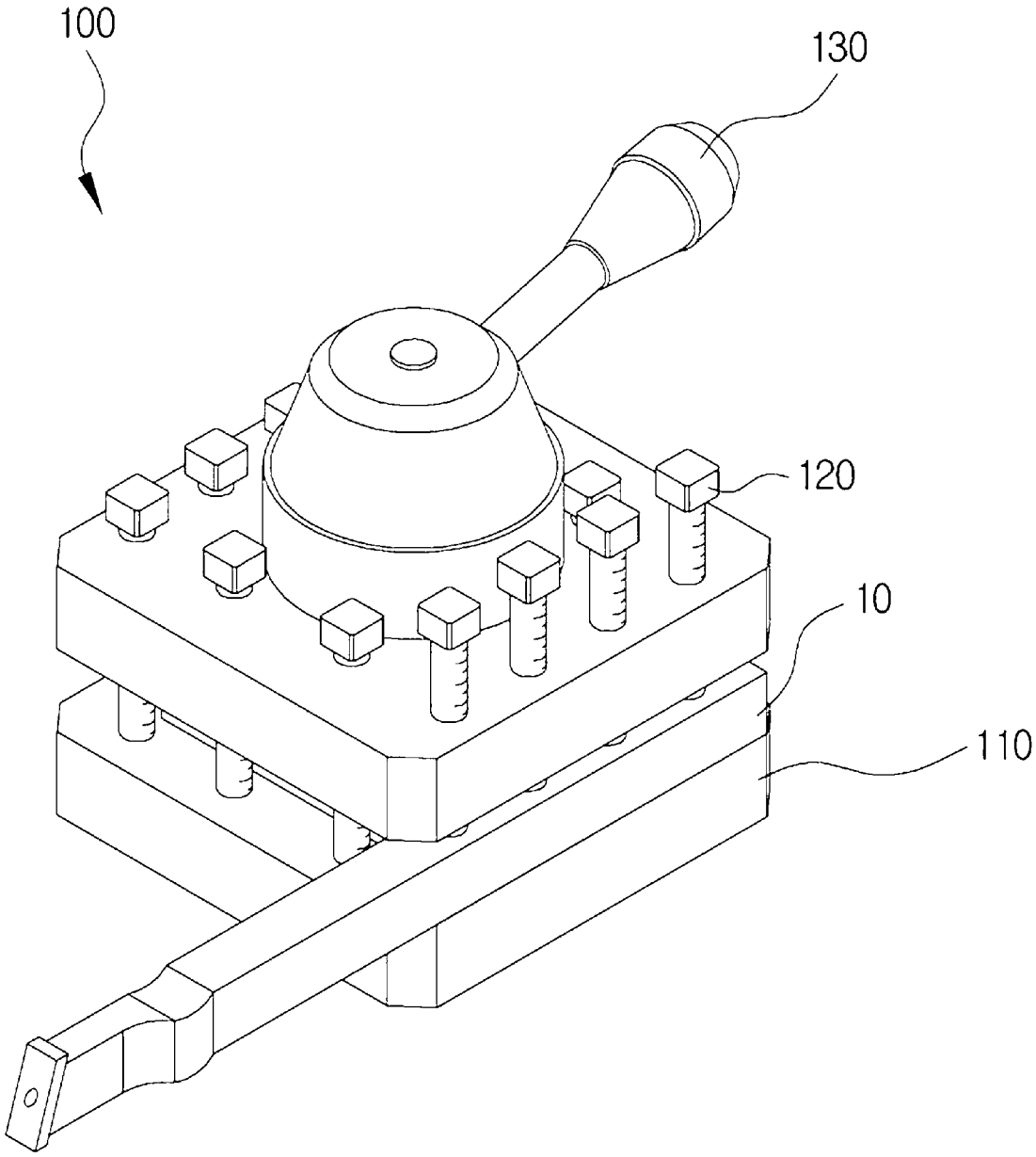
[청구항 13] 제10항에 있어서, 상기 가진부 제어 단계(S30) 이후에
상기 가진부 제어단계(30)에서 상기 가진부(300)를 제어하여 저감된 진동을 모니터링 하여 보상 제어하는 피드백 제어 단계(S40);
를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 방법.

[청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 피드백 제어 단계(S40)는
상기 가진부(300)에 의해 저감된 진동 피크를 측정하는 진동피크 측정 단계(41);
상기 진동피크 측정 단계(S41)에서 측정된 진동피크를 피드백 받아 진동의 변화를 모니터링 하는 모니터링 단계(S42); 및
상기 모니터링 단계(S42)에서 모니터링한 정보를 이용하여 가진주파수의 위상을 변화시키면서 상기 가진부(300)를 제어하는 보상제어 단계(S43);
를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 공작기계 진동 저감 방법.

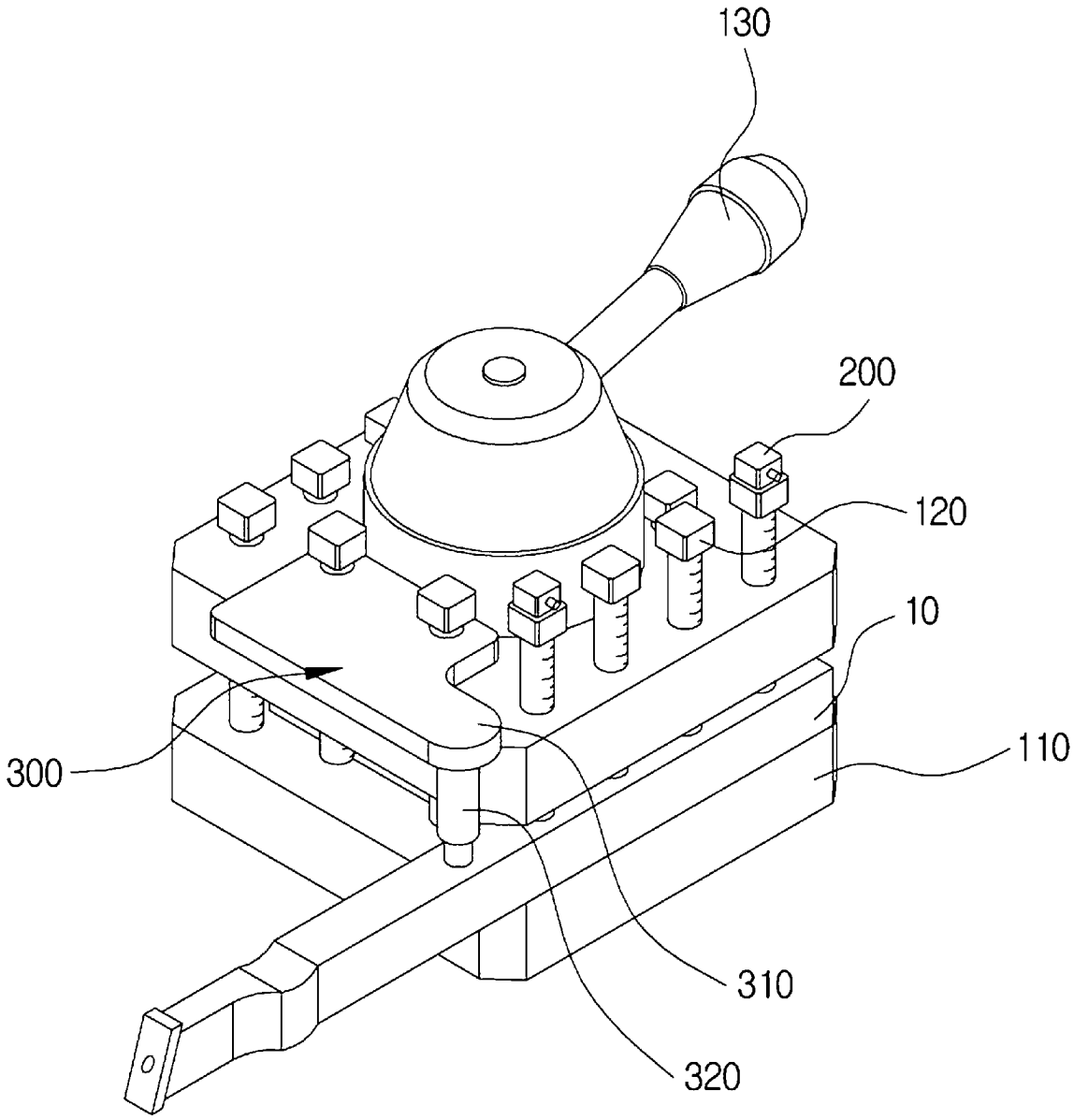
[Fig. 1]



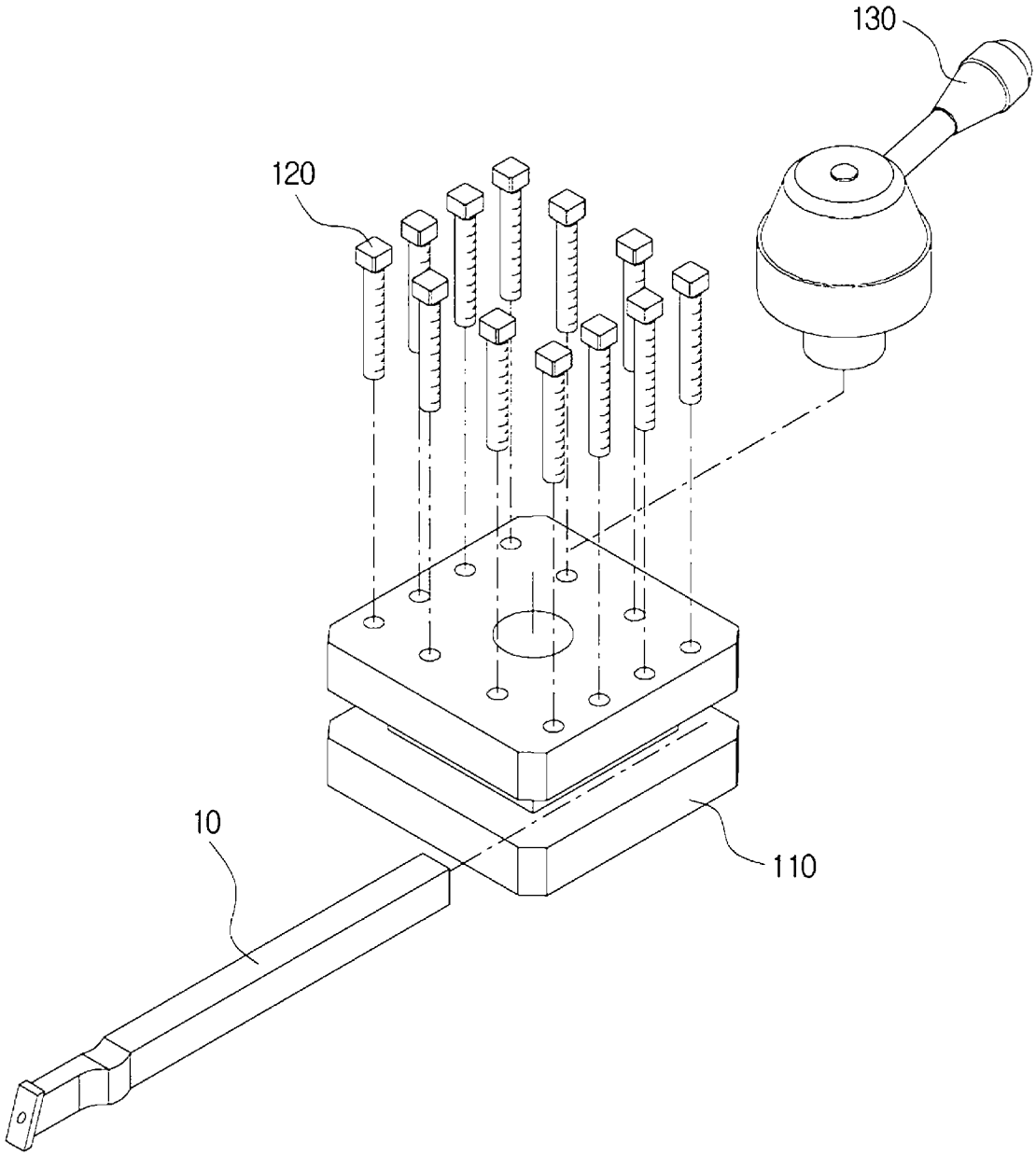
[Fig. 2]



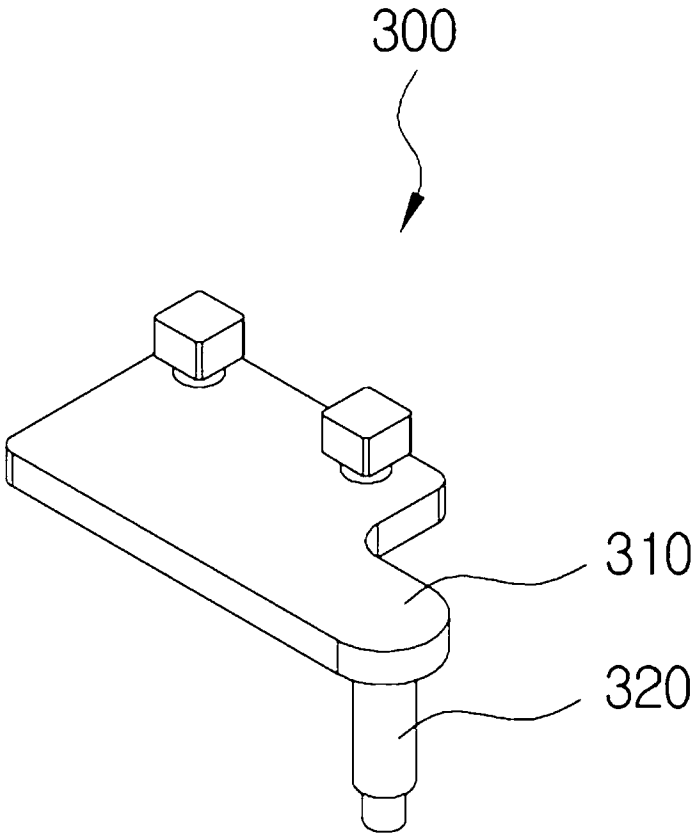
[Fig. 3]



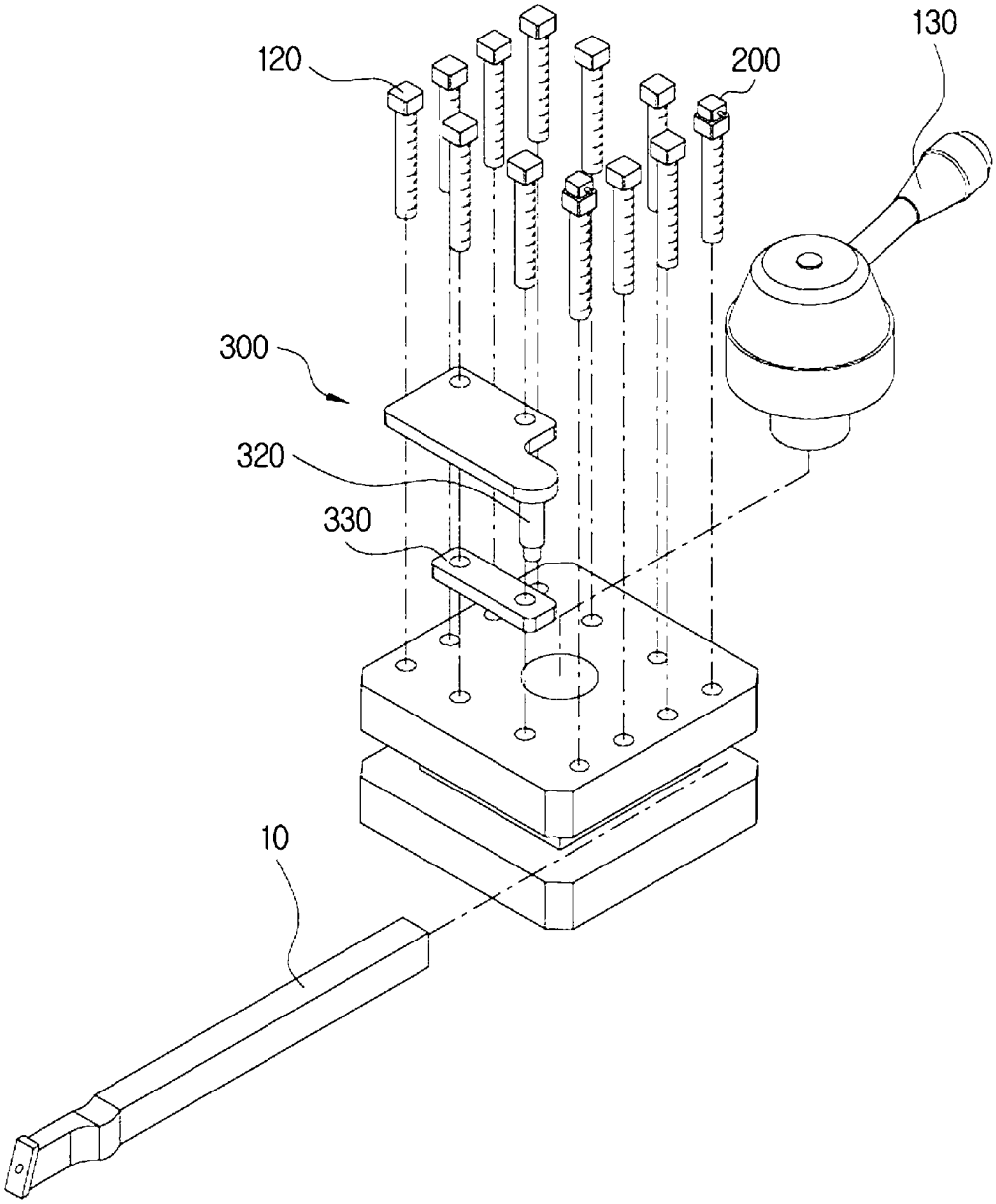
[Fig. 4]



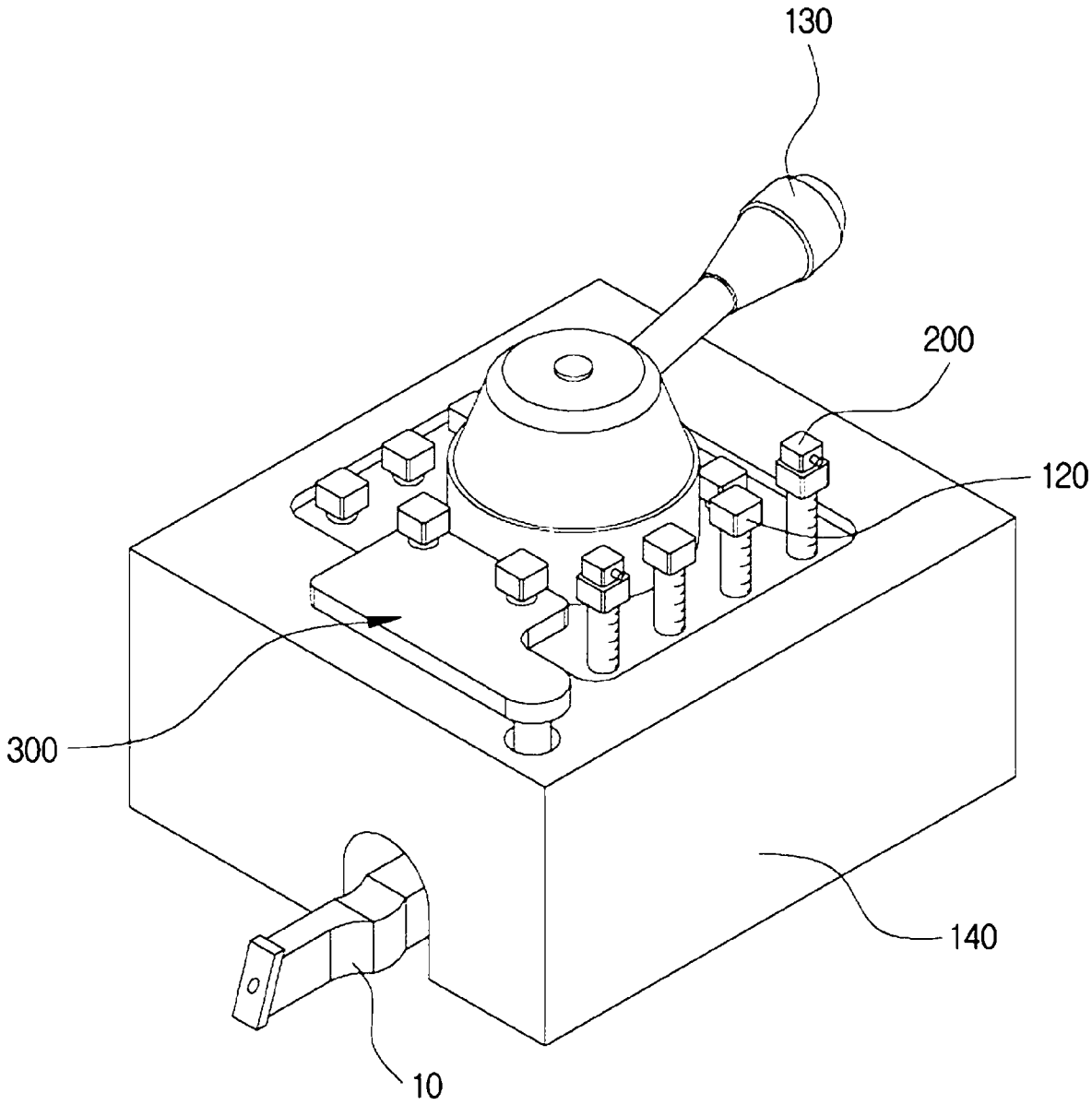
[Fig. 5]



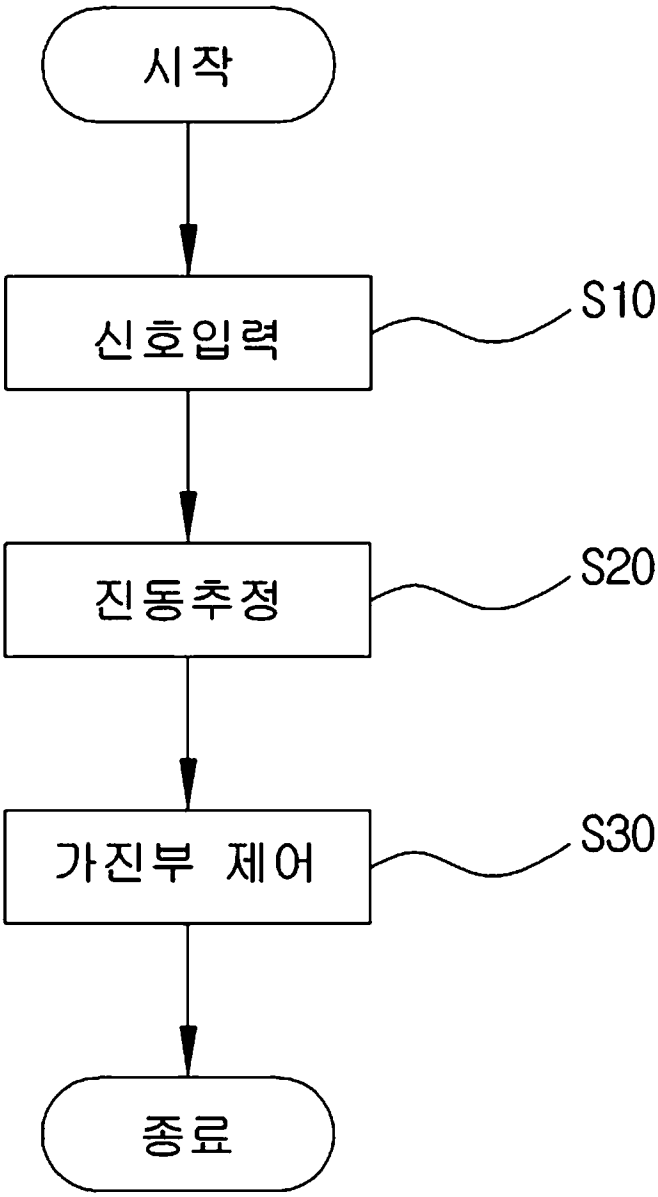
[Fig. 6]



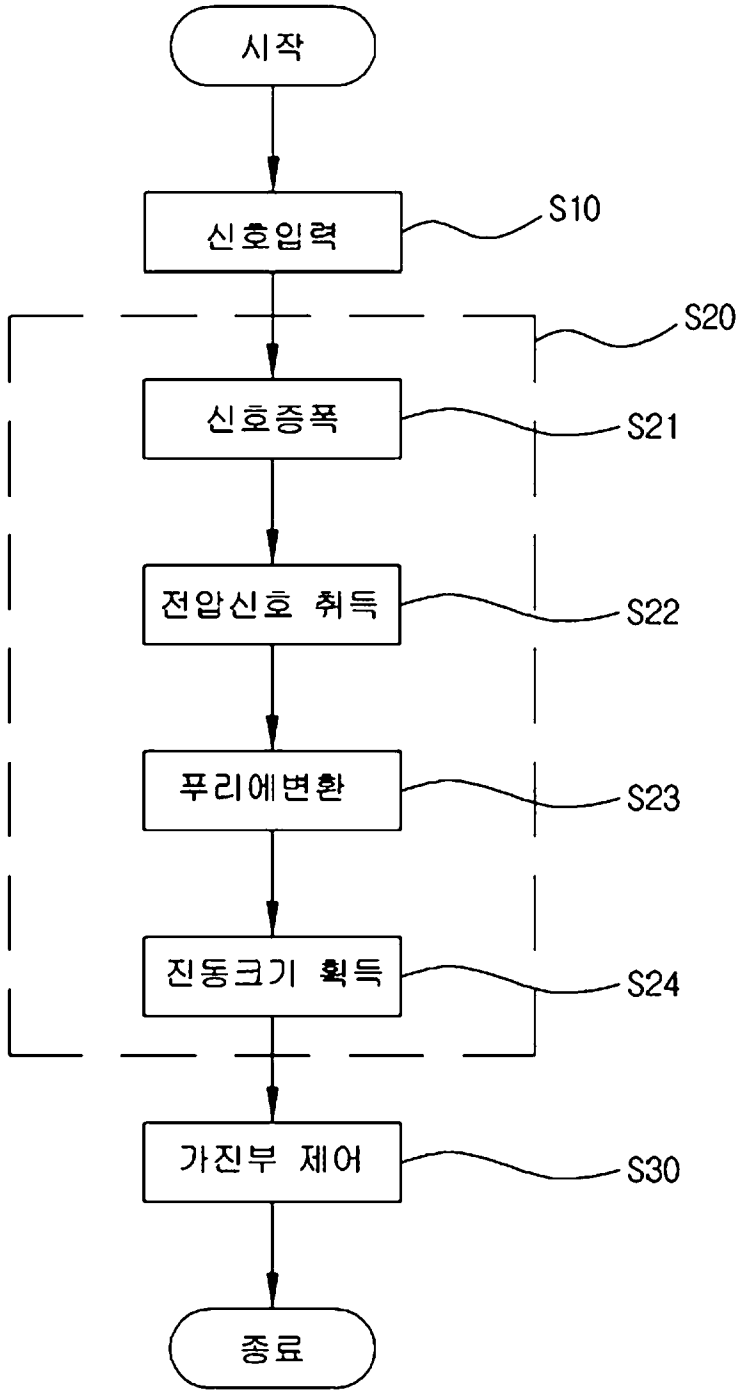
[Fig. 7]



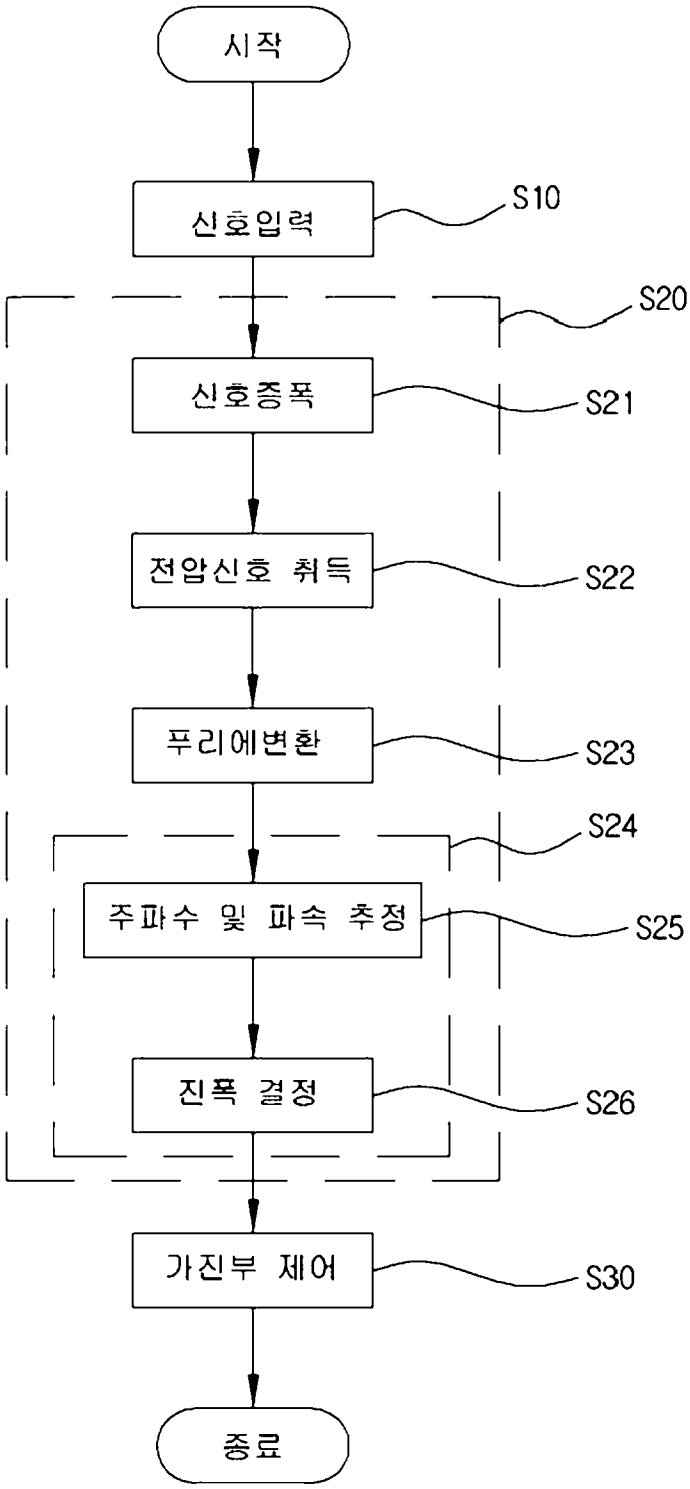
[Fig. 8]



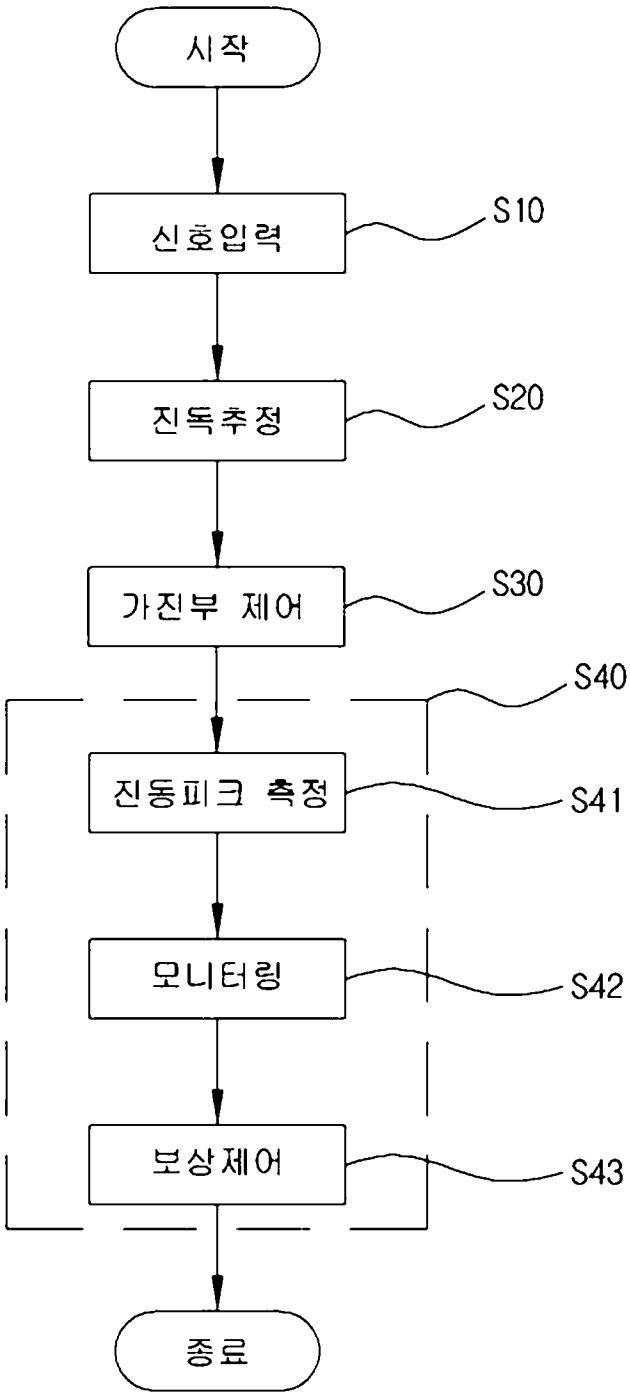
[Fig. 9]


시작
신호입력
S10
S20
신호증폭
S21
전압신호 취득
S22
푸리에변환
S23
진동크기 획득
S24
가진부 제어
S30
종료

[Fig. 10]


시작
신호입력
S10
S20
신호증폭
S21
전압신호 취득
S22
푸리에변환
S23
S24
주파수 및 파속 추정
S25
진폭 결정
S26
가진부 제어
S30
종료

[Fig. 11]


시작
신호입력
S10
진동추정
S20
가진부 제어
S30
S40
진동피크 측정
S41
모니터링
S42
보상제어
S43
종료

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2013/008236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23B 29/00(2006.01)i, B23B 27/00(2006.01)i, B23Q 11/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B23B 29/00; G05B 19/4063; B23Q 15/00; B23B 27/00; H01L 41/08; B23Q 11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above
Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: cutting tool, vibration, control

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2005-305623 A (SHIMADA PHYS & CHEM IND CO LTD) 04 November 2005 See claims 1-5, figure 1	1-3,5-6,10
A	See claims 1-5, figure 1	4,7-9,11-14
A	JP 2012-093983 A (OKUMA CORP) 17 May 2012 See claims 1-4, figures 1-5	1-14
A	US 7234379 B2 (CLAESSON, Ingvar et al.) 26 June 2007 See claims 1-9, figure 1	1-14
A	US 6661157 B1 (LUNDBLAD, Mikael) 09 December 2003 See claims 1-9, figures 1-15	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
19 DECEMBER 2013 (19.12.2013)	**23 DECEMBER 2013 (23.12.2013)**

Name and mailing address of the ISA/KR
Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea
Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

International application No.
PCT/KR2013/008236

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2005-305623 A	04/11/2005	NONE	
JP 2012-093983 A	17/05/2012	NONE	
US 7234379 B2	26/06/2007	US 2006-291973 A1	28/12/2006
US 6661157 B1	09/12/2003	AT278895 T	15/10/2004
		DE60014591 D1	11/11/2004
		DE60014591 T2	09/06/2005
		EP 1157222 A1	28/11/2001
		EP 1157222 B1	06/10/2004
		JP 04-489970B2	23/06/2010
		JP 2002-536198 T	29/10/2002
		JP 2002-536198 T	29/10/2002
		JP 2002-536198A	29/10/2002
		SE517790C2	16/07/2002
		SE9900441A	11/08/2000
		SE990044D0	10/02/1999
		SE9900441L	11/08/2000
		WO 00-47408 A1	17/08/2000

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2013/008236

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B23B 29/00(2006.01)i, B23B 27/00(2006.01)i, B23Q 11/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B23B 29/00; G05B 19/4063; B23Q 15/00; B23B 27/00; H01L 41/08; B23Q 11/00

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 절삭공구, 진동, 제어

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	JP 2005-305623 A (SHIMADA PHYS & CHEM IND CO LTD) 2005.11.04 청구항 1-5, 도면 1 참조	1-3,5-6,10
A	청구항 1-5, 도면 1 참조	4,7-9,11-14
A	JP 2012-093983 A (OKUMA CORP) 2012.05.17 청구항 1-4, 도면 1-5 참조	1-14
A	US 7234379 B2 (INGVAR CLAESSON 외 5명) 2007.06.26 청구항 1-9, 도면 1 참조	1-14
A	US 6661157 B1 (LUNDBLAD; MIKAEL) 2003.12.09 청구항 1-9, 도면 1-15 참조	1-14

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2013년 12월 19일 (19.12.2013)	2013년 12월 23일 (23.12.2013)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관
강녕
전화번호 +82-42-481-3469

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2013/008236

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2005-305623 A	2005/11/04	없음	
JP 2012-093983 A	2012/05/17	없음	
US 7234379 B2	2007/06/26	US 2006-291973 A1	2006/12/28
US 6661157 B1	2003/12/09	AT278895 T	2004/10/15
		DE60014591 D1	2004/11/11
		DE60014591 T2	2005/06/09
		EP 1157222 A1	2001/11/28
		EP 1157222 B1	2004/10/06
		JP 04-489970B2	2010/06/23
		JP 2002-536198 T	2002/10/29
		JP 2002-536198 T	2002/10/29
		JP 2002-536198A	2002/10/29
		SE517790C2	2002/07/16
		SE9900441A	2000/08/11
		SE9900441D0	1999/02/10
		SE9900441L	2000/08/11
		WO 00-47408 A1	2000/08/17