

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2014년 12월 18일 (18.12.2014)



(10) 국제공개번호
WO 2014/200199 A1

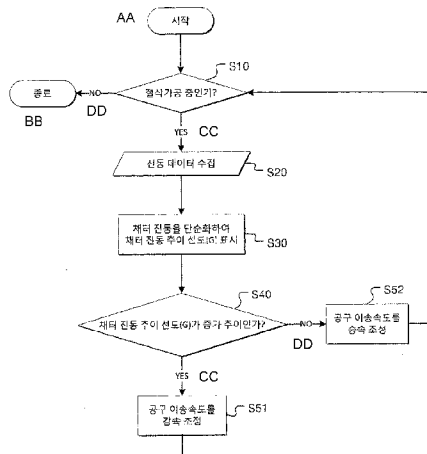
- (51) 국제특허분류:
B23Q 15/013 (2006.01) B23Q 15/08 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/004545
- (22) 국제출원일: 2014년 5월 21일 (21.05.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0065806 2013년 6월 10일 (10.06.2013) KR
- (71) 출원인: 두산인프라코어 주식회사 (DOOSAN INFRA-CORE CO., LTD.) [KR/KR]; 401-702 인천시 동구 인중로 489, Incheon (KR).
- (72) 발명자: 이강재 (LEE, Kang Jae); 448-795 경기도 용인시 수지구 수지로 112 번길 10 (성북동, 두산인프라코어), Gyeonggi-do (KR). 송진석 (SONG, Jin Suk); 448-795 경기도 용인시 수지구 수지로 112 번길 10 (성북동, 두산인프라코어), Gyeonggi-do (KR).

- (74) 대리인: 특허법인 한벳 (HANBEOT PATENT & LAW FIRM); 120-013 서울시 서대문구 충정로 7 구세군빌딩 15층, 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, IR, 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),

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR SETTING FEED RATE OF ROTATING CUTTING TOOL IN REAL TIME AND CONTROL DEVICE

(54) 발명의 명칭: 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치



S10 ... Performing cutting working?
S20 ... Collect vibration data
S30 ... Simplify chatter vibration and display chatter vibration trend line diagram (G)
S40 ... Does chatter vibration trend line diagram (G) indicate trend of increase?
S51 ... Make adjustment of decreasing tool feed rate
S52 ... Make adjustment of increasing tool feed rate
AA ... Start
BB ... End
CC ... Yes
DD ... No

(57) Abstract: The present invention relates to a method for setting the feed rate of a rotating cutting tool in real time and a control device. A method for setting the feed rate of a rotating cutting tool in real time and a control device according to the present invention comprise: a vibration data collecting step (S20) of collecting vibration data from a sensor installed on a machine tool (100); a chatter vibration trend line diagram deducing step (S30) of simplifying the increase/decrease of chatter vibration on the basis of the collected vibration data and thereby deducing a chatter vibration trend line diagram (G); a chatter vibration trend determining step (S40) of determining whether the slope of the chatter vibration trend line diagram (G) increases or decreases; and a tool feed rate adjusting step (S51, S52) of making an adjustment to decrease the tool feed rate when the slope of the chatter vibration trend line diagram (G) increases.

(57) 요약서: 본 발명은 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 공작기계(100)에 설치된 센서로부터 진동 정보를 수집하는 진동 데이터 수집 단계(S20); 상기 수집된 진동 데이터에 근거하여 chatter 진동의 증감을 단순화하여 chatter 진동 추이선도(G)를 도출하는 chatter 진동 추이선도 도출단계(S30); 상기 chatter 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가하는지, 감소하는지를 판단하는 chatter 진동 추이 판단단계(S40); 및 상기 chatter 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가되면 공구 이송속도를 감소시키도록 조정하는 공구 이송속도 조정단계(S51, S52);를 포함한다.

WO 2014/200199 A1



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))

명세서

발명의 명칭: 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치

기술분야

- [1] 본 발명은 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 회전 절삭공구를 이용하여 공작물에 대해 절삭가공을 수행할 때에 공구의 이송속도를 가변시킬 수 있도록 하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 일반적으로 공작기계는 공구의 이동경로와 공구의 회전수 등이 수치 제어되어 공작물에 대한 절삭가공을 수행한다. 공작기계의 예로서 머시닝센터, 터닝센터, NC 밀링 머신 등이 있다. 이러한 공작기계는 수치제어 복합 가공기라고도 한다.
- [3] 공구는 스핀들에 장착된 상태에서 회전하여 정지된 공작물에 대하여 절삭가공을 수행하도록 하는 회전 절삭공구가 있다. 회전 절삭공구의 예를 들면 엔드밀, 페이스 밀, 밀링공구, 드릴공구, 보링 공구 등이 있다. 이하에서 "회전 절삭공구"는 "공구"로 줄여서 칭한다.
- [4] 공작기계는 분당 절삭량(MRR: material removal rate)이 높을수록 생산성이 좋은 것으로 평가되고, 가공면의 표면 거칠기가 매끄러울수록 가공 품질이 좋은 것으로 평가된다.
- [5] 분당 절삭량은 반경 방향 절삭 깊이, 축방향 절삭 깊이, 주축 회전수 및 주축 이송속도 등의 절삭조건 요소에 따라 결정된다. 여기서, 주축 회전수와 스핀들 회전수는 동일한 의미이다. 또한, 스핀들에 공구가 장착된 상태에서 스핀들이 회전하면 공구가 회전하므로 공구 회전수와 주축회전수는 동일한 수치 값으로 이해될 수 있다. 또한, 주축 이송속도와 공구 이송속도는 동일한 값으로 이해될 수 있다. 분당 절삭량을 수학적식1로 표현하면 다음과 같다.
- [6] 수학적식 1
- $$MRR = R \times A \times V$$
- MRR : 분당 절삭량(mm^3/min)
 R : 반경방향절삭깊이(mm)
 A : 축방향절삭깊이(mm)
 V : 주축이송속도(mm/min)
- [7] 즉, 수학적식 1에 따르면, 절삭조건 요소 중에 어느 하나라도 증가시키면 분당 절삭량이 증가된다. 한편, 공구는 공구 제조사에서 절삭조건이 매뉴얼 추천 조건으로 제시되는 경우가 있다. 그러나 이러한 매뉴얼 추천 조건은 최대허용 정적가공 부하를 기반으로 제공되는 것으로써, 절삭가공 중에 발생하는 채터 진동 특성이 반영되지 않은 값이다.
- [8] 따라서 절삭가공 중 발생하는 채터 진동과 채터 진동을 통하여 증폭되는 동적

가공 부하에서 공구 또는 공작물 파손에 대처할 수 없는 문제점이 있다. 이 때문에 작업자는 매뉴얼 추천 조건보다 매우 안정적인 절삭 조건으로 설정하여 절삭가공을 수행하려는 경향이 있다.

- [9] 또한, 가공 조건은 공구 타입, 공구형상, 공구 돌출길이, 공구 날 수, 공작물 경도, 공작기계 내에 가공점 위치(X, Y, Z 좌표위치) 등이 있고, 채터 진동은 이러한 가공 조건에 따라 지속적으로 변동되는 특성이 있다.

- [10] 즉, 작업자는 가공품질을 확보하기 위하여 공구 제조사에서 제시되는 매뉴얼 추천 조건 중에서 매우 보수적인 절삭 조건을 적용하려고 하고, 이로써 생산성이 저하되는 문제가 있다.

- [11] 생산성 향상과 가공 품위를 동시에 만족하기 위해서는 절삭 가공 공정이 진행되는 동안에 지속적으로 진동 특성 평가 및 분석을 통한 진동 억제 및 진동 회피가 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [12] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 절삭 가공 공정이 진행되는 동안에 공구의 이송속도를 증가시켜 생산성을 향상시키되, 공구의 이송속도는 진동 억제 및 진동 회피할 수 있도록 하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제 해결 수단

- [13] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 공작기계(100)에 설치된 센서로부터 진동 정보를 수집하는 진동 데이터 수집 단계(S20); 상기 수집된 진동 데이터에 근거하여 채터 진동의 증감을 단순화하여 채터 진동 추이선도(G)를 도출하는 채터 진동 추이선도 도출단계(S30); 상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가하는지, 감소하는지를 판단하는 채터 진동 추이 판단단계(S40); 및 상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가되면 공구 이송속도를 감소시키도록 조정하는 공구 이송속도 조정단계(S51, S52);를 포함한다.
- [14] 또한, 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 공구 이송속도 조정단계(S51, S52)에서, 상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 감소되면 공구 이송속도를 증가시키도록 조정하는 것일 수 있다.
- [15] 또한, 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 상기 공구 이송속도 조정단계(S51, S52)에서, 상기 공구 이송속도가 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한되는 것일 수 있다.
- [16] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 공구 제조사로부터 제공되는 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)을 입력 받는 매뉴얼 분당 절삭량 입력단계(S60); 현재 공구 이송속도를 가상으로 보정하고 보정에 따라 보정 분당 절삭량(MMS-1)을

연산하는 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70); 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)과 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교하여 가상으로 설정한 공구 이송속도를 적용할지 여부를 판단하는 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80); 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 작으면 공구 이송속도를 증가되도록 조정하는 공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92);를 포함한다.

- [17] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92)에서, 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 크면 공구 이송속도가 감소되도록 조정하는 것일 수 있다.
- [18] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70)에서, 상기 공구 이송속도의 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한하는 것일 수 있다.
- [19] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80)에서, 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)의 90%값과 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교는 것일 수 있다.
- [20] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 공구 제조사로부터 제공되는 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)을 입력 받는 매뉴얼 분당 절삭량 입력단계(S60); 공작기계(100)에 설치된 센서로부터 진동 정보를 수집하는 진동 데이터 수집 단계(S20); 상기 수집된 진동 데이터에 근거하여 chatter 진동의 증감을 단순화하여 chatter 진동 추이선도(G)를 도출하는 chatter 진동 추이선도 도출단계(S30); 상기 chatter 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가하는지, 감소하는지를 판단하는 chatter 진동 추이 판단단계(S40); 상기 chatter 진동 추이선도(G)의 기울기가 감소되면 현재 공구 이송속도를 가상으로 증가되도록 보정하고 보정에 따라 보정 분당 절삭량(MMS-1)을 연산하는 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70); 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)과 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교하여 가상으로 설정한 공구 이송속도를 적용할지 여부를 판단하는 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80); 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 작으면 공구 이송속도를 증가되도록 조정하고, 상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 크면 공구 이송속도가 감소되도록 조정하는 공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92);를 포함한다.
- [21] 또한, 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은, 상기 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70)에서, 상기 chatter 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가되면 현재 공구 이송속도를 가상으로 감소되도록 보정하는 것일 수 있다.
- [22] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 제어장치는, 상기 회전 절삭공구의 실시간 이송속도

설정방법에 의해 공구 이송속도가 설정되어 공구 이송속도가 조정되도록 공작기계를 제어하는 것이다.

발명의 효과

- [23] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 절삭가공을 수행하는 동안에 공구의 이송속도를 증가시켜 생산성을 향상시킬 수 있다.
- [24] 또한, 본 발명의 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 공구의 이송속도가 증가되도록 조정되어 절삭가공이 수행될 때에 chatter 진동을 모니터링하여 chatter 진동이 증가하는 징후가 나타날 때에 공구의 이송속도를 낮추거나 전단계로 되돌림으로써 가공품위를 양호하게 유지할 수 있다.
- [25] 또한, 본 발명의 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 이미 설정된 공구 이동경로(Tool Path)를 변경하지 않으므로 절삭공정에 큰 변화를 가하지 않기 때문에 작업자의 작업량이 증가되는 것을 방지할 수 있다.
- [26] 또한, 본 발명의 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 궁극적으로 절삭가공의 진동저감과 진동회피를 통하여 공구 수명이 비정상적으로 단축되는 것을 방지할 수 있고, 공작물을 보호할 수 있으며, 가공시간을 단축하여 생산성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [27] 도 1은 분당 절삭량(MRR: material removal rate)을 향상시키기 위하여 회전 절삭공구의 스피들 회전수가 변경되는 예를 보인 가공 안정성선도이다.
- [28] 도 2는 분당 절삭량(MRR: material removal rate) 한계선도를 설명하기 위한 도면이다.
- [29] 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치를 작용을 설명하기 위한 예시도면이다.
- [30] 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [31] 도 7 내지 도 9는 chatter 진동의 추이를 모니터링하는 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법에 의해 이송속도가 변경될 때에 진동 크기를 모니터링하는 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [33] 도 11 내지 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법에 의해 이송속도가 변경되는 예를 설명하기 위한 표이다.
- [34] [부호의 설명]
- [35] 100: 공작기계
- [36] 200: 진동처리부
- [37] 300: 단말기

- [38] 400: 단말 표시영상
- [39] 410: 테이터 입출력
- [40] 420, 430: 진동 진폭 출력부
- [41] G: 채터 진동 추이선도
- [42] G1: 채터 진동 증가선도
- [43] G2: 채터 진동 감소선도
- [44] G3: 채터 진동 담보선도

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [45] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다.
- [46] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명한다. 이하에서 설명되는 실시예는 본 발명의 이해를 돕기 위하여 예시적으로 나타낸 것이며, 본 발명은 여기서 설명되는 실시예와 다르게 다양하게 변형되어 실시될 수 있음이 이해되어야 할 것이다. 다만, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성요소에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명 및 구체적인 도시를 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 발명의 이해를 돕기 위하여 실제 축척대로 도시된 것이 아니라 일부 구성요소의 크기가 과장되게 도시될 수 있다.
- [47] 한편, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 설정된 용어들로서 이는 생산자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있으므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [48] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [49] 먼저, 도 1 및 도 2를 참조하여 생산성을 향상시키도록 하는 방안을 먼저 설명한다. 첨부도면 도 1은 분당 절삭량(MRR: material removal rate)을 향상시키기 위하여 회전 절삭공구의 스핀들 회전수가 변경되는 예를 보인 가공 안정성선도이다. 도 2는 분당 절삭량(MRR: material removal rate) 한계선도를 설명하기 위한 도면이다.
- [50] 절삭가공을 수행하는 동안에 절삭가공이 안정된 상태에서는 진동 크기가 작고, 채터 진동의 크기에 대한 추이를 살펴보면 일정하거나 감소된다. 반면에, 절삭가공이 불안정하면 진동 크기가 커지고, 채터 진동 크기의 추이는 증가하는 양상을 보인다.
- [51] 다른 한편으로, 생산성을 살펴보면, 분당 절삭량(MRR: material removal rate)이 높을수록 좋은 것으로 평가된다. 분당 절삭량은 반경 방향 절삭 깊이, 축방향 절삭 깊이, 주축 회전수 및 이송속도 등의 절삭조건 요소에 따라 결정된다.
- [52] 상술한 절삭조건 요소 중에 어느 하나라도 증가시키면 절삭량은 증가하게 된다. 그러나 절삭가공이 시작되면 축방향 절삭 깊이를 수정하기는 곤란하다. 이에 도 1에 나타난 바와 같이, 스핀들 회전수(주축회전수)를 증가시키는 방안이

있지만, 가공이 안정된 범위 내에서 스핀들 회전수가 조정되는 것으로 한계가 있다.

- [53] 따라서 본 발명에서는 도 2에서 나타낸 바와 같이, 공구의 이송속도를 증대시켜 생산성을 향상시키고자 한다.
- [54] 공구제조사에서 해당 공구의 분당 절삭량에 대하여 매뉴얼 추천 조건으로 제시하고 있다. 따라서 본 발명은 분당 절삭량의 한계선도 내에서 공구의 이송속도를 보정하여 생산성을 향상시키고 가공품위를 양호하게 유지하고자 하는 것이다.
- [55] 이하, 도 3 및 도 4를 참조하여 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 장치에 대하여 설명한다. 첨부도면 도 3 및 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치를 작용을 설명하기 위한 예시도면이다.
- [56] 도 3에 나타낸 바와 같이, 공작기계(100)에서 정보를 수집하고, 진동처리부(200)에서 수집된 정보를 연산하고, 연산된 결과인 진동에 대한 정보는 단말기(300)를 통하여 사용자가 알 수 있게 하는 것이다.
- [57] 상술한 공작기계(100)에는 주축에 진동을 감지하는 센서가 구비되고, 센서에 의해 진동 정보를 생성하여 진동처리부(200)로 송신한다. 진동처리부(200)에서는 수신된 각종 진동 정보를 분석하여 현재 진동이 어떠한 형태로 발생하고 있는지를 처리하여 단말기(300)에 송신한다. 단말기(300)에는 단말 표시영상(400)이 나타나고, 사용자는 단말 표시 영상(400)를 통하여 진동 발생여부와 채터 진동 현황을 알 수 있다.
- [58] 공작기계(100)에 구비되는 센서는 가속도계, 어쿠스틱(Acoustic) 센서 등일 수 있고, 이러한 센서에 의해 공작기계의 X축과 Y축의 강성을 측정하여 진동모드에 대한 정보를 발생시키는 것이다.
- [59] 상술한 진동처리부(200)는 공작기계에 탑재될 수 있고, 다른 한편으로 원격 관제실에 배치될 수도 있다. 원격 관제실에 배치되는 경우에는 원격으로 공작기계(100)를 제어할 수 있게 된다.
- [60] 상술한 단말기(300)는 컴퓨터의 입출력장치의 역할을 하는 것으로, 진동상황을 파악하고, 진동에 대처하여 공구 회전수와 공구 이송속도 등을 조정하도록 한다. 단말기(300)는 노트북 컴퓨터, 태블릿 PC, 스마트폰 등 다양한 형태로 제공될 수 있으며, 원격 관제실에 배치된 컴퓨터에서 단말기(300)의 작용을 수행할 수도 있다.
- [61] 단말기(300)에는 단말 표시 영상(400)이 표시된다. 단말 표시 영상(400)에는 각종 데이터 값을 입력하고 관리하도록 하는 데이터 입출력부(410)가 마련된다. 또한 단말 표시 영상(400)에는 진동의 크기와 진동 폭을 출력하는 진동 진폭 출력부(420, 430)가 마련된다.
- [62] 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법은 진동처리부(200) 또는 단말기(300)에 탑재될 수 있다. 어떤 경우이든, 공구의

이송속도를 증가시키면서 진동 크기와 채터 진동을 모니터링하고, 이상 채터 진동의 징후가 포착되면 현재 상황에서 적절한 추천 공구 이송속도를 추천하게 된다. 추천 공구 이송속도는 공작기계(100)에 피드백(peed back)된다.

공작기계(100)에서는 추천 공구 회전수를 자동으로 적용하거나 작업자에게 추천 공구회전수를 적용하도록 유도할 수도 있다.

[63] 이하, 도 5 및 도 6을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법을 설명한다. 첨부도면 도 5 및 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[64] 먼저 도 5를 참조하여 공구 이송속도를 증가시키는 방법을 각 단계별로 설명한다.

[65] 절삭가공 여부 판단단계(S10): 절삭가공 여부 판단단계(S10)는 공작기계(100)에서 절삭가공을 수행하는지 여부를 판단하는 단계이다. 절삭가공을 수행하지 않는 경우에 종료되고, 절삭가공을 수행하는 경우에 다음 단계로 진행한다.

[66] 진동 데이터 수집 단계(S20): 진동 데이터 수집 단계(S20)는 공작기계(100)에 설치된 각종 센서로부터 진동 데이터를 수집하는 단계이다. 진동 데이터에서는 진동 크기, 진동 폭 등의 진동 정보가 포함되어 있다.

[67] 채터 진동 추이선도 도출단계(S30): 채터 진동 추이선도 표시단계(S30)는 수집된 진동 데이터를 가공하여 시간 대비 진동 크기를 채터 진동으로 표시하고, 채터 진동을 단순화하여 채터 진동 추이선도(G)를 도출하고 단말기(300)에 표시한다.

[68] 채터 진동 추이 판단단계(S40): 채터 진동 추이 판단단계(S40)는 채터 진동 추이선도(G)가 시간 흐름에 따라 기울기가 증가하는지, 감소하는지, 담보상태인지를 판단하는 단계이다.

[69] 공구 이송속도 조정단계(S51, S52): 공구 이송속도 조정단계(S51, S52)는 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가일 때에는 공구 이송속도가 감소되도록 조정한다(S51). 반대로 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 감소일 때에는 공구 이송속도가 증가되도록 조정한다(S52).

[70] 한편, 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 시간이 경과함에도 변화가 미미하여 담보상태로 판단될 때에는 공구 이송속도를 조절하지 않거나 감소되도록 조절할 수도 있다.

[71] 상술한 공구 이송속도의 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한될 수 있다. 이는 조정될 공구 이송속도가 너무 과다하게 증가되면 오히려 가공 안정성이 저하될 우려가 있기 때문에, 단계적으로 증가시키는 것이 바람직하다. 반면에, 조정될 공구 이송속도가 매우 작은 범위로 증가되면 생산성 증대의 효과를 기대하기 까지 많은 시간이 소요될 수 있다. 따라서 상술한 공구 이송속도의 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~

10%의 범위로 제한되는 것이 바람직하다.

[72] 공구 이송속도가 조정된 후에는 절삭가공 여부 판단단계(S10) 또는 진동 데이터 수집 단계(S20)로 복귀하고, 이로써 계속하여 공구 이송속도를 더 조정할 것인지를 반복하여 판단하고 반복하여 조정하게 된다.

[73] 이하, 첨부도면 도 6을 참조하여 공구 이송속도에 따라 보정 분당 절삭량을 매뉴얼 분당 절삭량 이하로 제한하는 방법을 각 단계별로 설명한다.

[74] 매뉴얼 분당 절삭량 입력단계(S60): 매뉴얼 분당 절삭량 입력단계(S60)는 매뉴얼 분당 절삭량을 입력 받는 단계이다. 매뉴얼 분당 절삭량은 공구 제조사에서 추천하는 값으로서, 해당 공구에서 절삭가공을 안정되게 구현할 수 있는 범위로 이해할 수 있다.

[75] 절삭가공 여부 판단단계(S10): 절삭가공 여부 판단단계(S10)는 공작기계(100)에서 절삭가공을 수행하는지 여부를 판단하는 단계이다. 절삭가공을 수행하지 않는 경우에 종료되고, 절삭가공을 수행하는 경우에 다음 단계로 진행한다.

[76]

[77] 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70): 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70)는 공구 이송속도를 가상으로 보정하고, 이때 보정 분당 절삭량(MMS-1)을 연산하는 단계이다. 즉, 공구 이송속도의 보정으로 인하여 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)을 넘지 않도록 하는 것이다.

[78] 상술한 가상 공구 이송속도의 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한될 수 있다. 이는 조정될 공구 이송속도가 너무 과다하게 증가되면 오히려 가공 안정성이 저하될 우려가 있기 때문에, 단계적으로 증가시키는 것이 바람직하다. 반면에, 조정될 공구 이송속도가 매우 작은 범위로 증가되면 생산성 증대의 효과를 기대할 때까지 많은 시간이 소요될 수 있다. 따라서 상술한 가상 공구 이송속도의 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한되는 것이 바람직하다.

[79] 다른 한편으로, 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70)는 상술한 공구 이송속도 조정단계(S51, S52)에서 보정되는 공구 이송속도를 적용하였을 때의 보정 분당 절삭량(MMS-1)을 연산할 수도 있다.

[80] 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80): 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80)는 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)과 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교하여 가상으로 설정한 공구 이송속도를 적용할지 여부를 판단하는 단계이다.

[81] 한편, 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)의 70% ~ 90%값과 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교하도록 제한할 수도 있다. 즉 좀 더 보수적인 값을 비교대상으로 설정함으로써 절삭가공의 안정성을 확보할 수 있고, 나아가 가공 품질을 양호하게 유지할 수 있다.

[82]

[83] 공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92): 공구 이송속도 조정 적용단계(S91,

S92)는 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80)에서 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 크면 절삭가공 안정성이 불안정하게 될 우려가 있으므로 공구 이송속도가 감소되도록 조정한다(S91). 반면에 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80)에서 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 작으면 공구 이송속도를 증가시키더라도 절삭가공 안정성이 유지될 것이므로 공구 이송속도가 증가되도록 조정한다(S92).

- [84] 이하, 첨부도면 도 7 내지 도 9를 참조하여 절삭가공을 수행하는 동안에 채터 진동의 변화를 설명한다. 첨부도면 도 7 내지 도 9는 채터 진동의 추이를 모니터링하는 예를 설명하기 위한 도면이다.
- [85] 절삭가공을 수행할 때에, 축방향 절삭 깊이를 변화시킬 수 없고, 스핀들 회전수는 생산성을 극대화할 수 있도록 매뉴얼 추천 조건의 범위 내에서 최대한 높게 설정한 상태로 가공이 수행될 수 있다. 이때 생산성을 더욱 향상시킬 목적으로 공구의 이송속도를 증가시키면서 채터 진동 크기를 살핀다.
- [86] 도 7 내지 도 9에 나타낸 바와 같이, 채터 진동 크기는 빈번하게 증감하는 것처럼 표시되므로, 채터 진동 크기선도를 채터 진동 추이선도(G)로 단순화하여 평가하는 것이다.
- [87] 채터 진동 추이선도(G)는 채터 진동이 증가될 때에 채터 진동 증가선도(G1)로 나타난다. 또한, 채터 진동 추이선도(G)는 채터 진동이 감소될 때에 채터 진동 감소선도(G2)로 나타난다. 또한, 채터 진동 추이선도(G)는 채터 진동이 비슷하게 유지될 때에 채터 진동 담보선도(G3)로 나타난다.
- [88] 첨부도면 도 7에서 채터 진동 추이선도(G)를 살펴보면, 채터 진동이 증가되는 채터 진동 증가선도(G1)와 채터 진동이 감소되는 채터 진동 감소선도(G2)가 나타난다. 공구의 이송속도를 증가시키다가 채터 진동 증가선도(G1)가 나타나면, 공구 이송속도를 감소시키거나 조정하기 이전의 공구 이송속도로 되돌림으로써 채터 진동을 감시시키도록 하는 것이다.
- [89] 첨부도면 도 8에서 채터 진동 추이선도(G)를 살펴보면, 채터 진동이 감소되는 채터 진동 감소선도(G2)가 나타난다. 즉, 공구의 이송속도를 더욱 증가시켜도 된다는 의미이므로 공구의 이송속도를 더욱 증가시켜 생산성을 향상시키게 한다.
- [90] 첨부도면 도 9에서 채터 진동 추이선도(G)를 살펴보면, 채터 진동이 시간 흐름에 대하여 변화가 미미한 채터 진동 담보선도(G3)가 나타난다. 즉, 공구의 이송속도를 더욱 증가시킬 수는 있지만, 주의가 요구된다. 즉, 공구의 이송속도를 더욱 증가시킬 경우에 채터 진동이 증가될 가능성이 있으므로, 현재의 공구 이송속도를 유지하거나 감소시키도록 유도한다.
- [91] 이하, 첨부도면 도 10을 참조하여 공구 이송속도를 증가시키는 예를 설명한다. 첨부도면 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법에 의해 이송속도가 변경될 때에 진동 크기를 모니터링하는 예를

설명하기 위한 도면이다.

- [92] 도 10의 (a)은 공구 이송속도를 조정하기 이전의 상태이다, 이때 공구 이송속도는 300m/min이고, 진동크기(g)는 0.13으로서 매우 작은 값으로 안정된 가공 상태를 나타낸다.
- [93] 이후, 공구이송속도 330m/min, 360m/min, 390m/min, 450m/min, 500m/min, 600m/min으로 점차 증가시키면서, 진동크기(g)를 모니터링 한다.
- [94] 계속하여 도 10의 (b)에 나타난 바와 같이, 공구 이송속도를 750m/min까지 증가시킨다. 이때에도 진동 크기(g)는 0.16으로 안정된 가공 상태를 나타냄을 알 수 있다.
- [95] 한편, 공구 이송속도를 향상시키면서 공구 회전속도가 조정된 후에 보정 분당 절삭량(MMR-1)과 공구 제조사에서 제시하는 매뉴얼 분당 절삭량(MMR)의 값과 비교하고, 보정 분당 절삭량(MMR-1)이 분당 절삭량(MMR)을 넘지 않도록 한다.
- [96] 이하, 첨부도면 도 11 내지 도 14를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법에 대한 작용효과를 설명한다.
- [97] 첨부도면 도 11 내지 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법에 의해 이송속도가 변경되는 예를 설명하기 위한 표이다.
- [98] 도 11에 나타난 실시예를 살펴보면, 공구 제조사에서 제시하는 매뉴얼 가공 조건은 이송속도가 300mm/min, 분당 절삭량(MMR)이 9000mm³/min이지만, 본 발명의 실시예에 따라 이송속도를 600mm/min으로 조정할 수 있고, 이로써 절삭가공에 소요되는 시간을 현저하게 단축시킬 수 있다, 한편, 본 발명의 실시예에 따라 분당 절삭량(MMR)은 3600mm³/min로서 매뉴얼 가공 조건의 분당 절삭량의 범위 이내임을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예는 절삭가공에 소요되는 시간을 단축하면서도 가공품위를 양호하게 유지할 수 있는 것이다.
- [99]
- [100] 도 12에 나타난 실시예를 살펴보면, 공구 제조사에서 제시하는 매뉴얼 가공 조건은 이송속도가 2016mm/min, 분당 절삭량(MMR)이 90720mm³/min이지만, 본 발명의 실시예에 따라 이송속도를 3628mm/min으로 조정할 수 있고, 분당 절삭량(MMR)은 90700mm³/min을 구현할 수 있다. 여기서, 본 발명의 실시예에 따라 분당 절삭량(MMR)은 매뉴얼 가공 조건의 분당 절삭량의 범위 이내임을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예는 절삭가공에 소요되는 시간을 단축하면서도 가공품위를 양호하게 유지할 수 있는 것이다.
- [101] 도 13에 나타난 실시예를 살펴보면, 공구 제조사에서 제시하는 매뉴얼 가공 조건은 이송속도가 500mm/min, 분당 절삭량(MMR)이 25000mm³/min이지만, 본 발명의 실시예에 따라 이송속도를 620mm/min으로 조정할 수 있고, 분당 절삭량(MMR)은 24800mm³/min을 구현할 수 있다. 여기서, 본 발명의 실시예에 따라 분당 절삭량(MMR)은 매뉴얼 가공 조건의 분당 절삭량의 범위 이내임을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예는 절삭가공에 소요되는 시간을 단축하면서도

가공품위를 양호하게 유지할 수 있는 것이다.

[102]

[103] 도 14에 나타난 실시예를 살펴보면, 공구 제조사에서 제시하는 매뉴얼 가공 조건은 이송속도가 330mm/min, 분당 절삭량(MMR)이 6336mm³/min이지만, 본 발명의 실시예에 따라 이송속도를 660mm/min으로 조정할 수 있고, 분당 절삭량(MMR)은 3960mm³/min을 구현할 수 있다. 여기서, 본 발명의 실시예에 따라 분당 절삭량(MMR)은 매뉴얼 가공 조건의 분당 절삭량의 범위 이내임을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예는 절삭가공에 소요되는 시간을 단축하면서도 가공품위를 양호하게 유지할 수 있는 것이다.

[104] 상술한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 장치에 의하면, 절삭가공에 소요되는 시간을 단축하면서도 가공품위를 양호하게 유지할 수 있는 것이다.

[105] 따라서 본 발명의 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 절삭가공을 수행하는 동안에 공구회전수의 조정으로 가공 안정성을 확보할 수 있다.

[106] 또한, 본 발명의 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 이미 설정된 공구 이동경로(Tool Path)를 변경하지 않으므로 절삭공정에 큰 변화를 가하지 않기 때문에 작업자의 작업량이 증가되는 것을 방지할 수 있다.

[107] 또한, 본 발명의 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는, 궁극적으로 절삭가공의 진동저감과 진동회피를 통하여 공구 수명이 비정상적으로 단축되는 것을 방지할 수 있고, 공작물을 보호할 수 있으며, 가공시간을 단축하여 생산성을 향상시킬 수 있다.

[108] 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

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

산업상 이용가능성

[110] 본 발명에 따른 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법 및 제어장치는 절삭가공을 수행할 때에 공구 이송속도를 조절하여 생산성을 향상시키는 데에 이용할 수 있는 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 공작기계(100)에 설치된 센서로부터 진동 정보를 수집하는 진동 데이터 수집 단계(S20);
상기 수집된 진동 데이터에 근거하여 채터 진동의 증감을 단순화하여 채터 진동 추이선도(G)를 도출하는 채터 진동 추이선도 도출단계(S30);
상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가하는지, 감소하는지를 판단하는 채터 진동 추이 판단단계(S40); 및
상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가되면 공구 이송속도를 감소시키도록 조정하는 공구 이송속도 조정단계(S51, S52);
를 포함하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
공구 이송속도 조정단계(S51, S52)에서, 상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 감소되면 공구 이송속도를 증가시키도록 조정하는 것을 특징으로 하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
상기 공구 이송속도 조정단계(S51, S52)에서, 상기 공구 이송속도가 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한되는 것을 특징으로 하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.
- [청구항 4] 공구 제조사로부터 제공되는 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)를 입력 받는 매뉴얼 분당 절삭량 입력단계(S60);
현재 공구 이송속도를 가상으로 보정하고 보정에 따라 보정 분당 절삭량(MMS-1)를 연산하는 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70);
상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)과 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교하여 가상으로 설정한 공구 이송속도를 적용할지 여부를 판단하는 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80);
상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당 절삭량(MMS-1)이 작으면 공구 이송속도를 증가되도록 조정하는 공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92);
를 포함하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92)에서,
상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당

[청구항 6]

절삭량(MMS-1)이 크면 공구 이송속도가 감소되도록 조정하는 것을 특징으로 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.

제4항에 있어서,

보정 분당 절삭량 연산 단계(S70)에서,

상기 공구 이송속도의 증감 조정범위는 현재의 공구 이송속도에서 2 ~ 10%의 범위로 제한하는 것을 특징으로 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.

[청구항 7]

제4항에 있어서,

보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80)에서,

상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)의 70% ~ 90%값과 보정 분당 절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교는 것을 특징으로 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.

[청구항 8]

공구 제조사로부터 제공되는 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)를 입력 받는 매뉴얼 분당 절삭량 입력단계(S60);

공작기계(100)에 설치된 센서로부터 진동 정보를 수집하는 진동 데이터 수집 단계(S20);

상기 수집된 진동 데이터에 근거하여 채터 진동의 증감을 단순화하여 채터 진동 추이선도(G)를 도출하는 채터 진동 추이선도 도출단계(S30);

상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가하는지,

감소하는지를 판단하는 채터 진동 추이 판단단계(S40);

상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 감소되면 현재 공구 이송속도를 가상으로 증가되도록 보정하고 보정에 따라 보정 분당 절삭량(MMS-1)을 연산하는 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70);

상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)과 상기 보정 분당

절삭량(MMS-1)의 대소 관계를 비교하여 가상으로 설정한 공구 이송속도를 적용할지 여부를 판단하는 보정 분당 절삭량 적용 판단단계(S80);

상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당

절삭량(MMS-1)이 작으면 공구 이송속도를 증가되도록 조정하고,

상기 매뉴얼 분당 절삭량(MMS)보다 상기 보정 분당

절삭량(MMS-1)이 크면 공구 이송속도가 감소되도록 조정하는 공구 이송속도 조정 적용단계(S91, S92);

를 포함하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.

[청구항 9]

제8항에 있어서,

상기 보정 분당 절삭량 연산 단계(S70)에서, 상기 채터 진동 추이선도(G)의 기울기가 증가되면 현재 공구 이송속도를 가상으로 감소되도록 보정하는 것을 특징으로 하는 회전

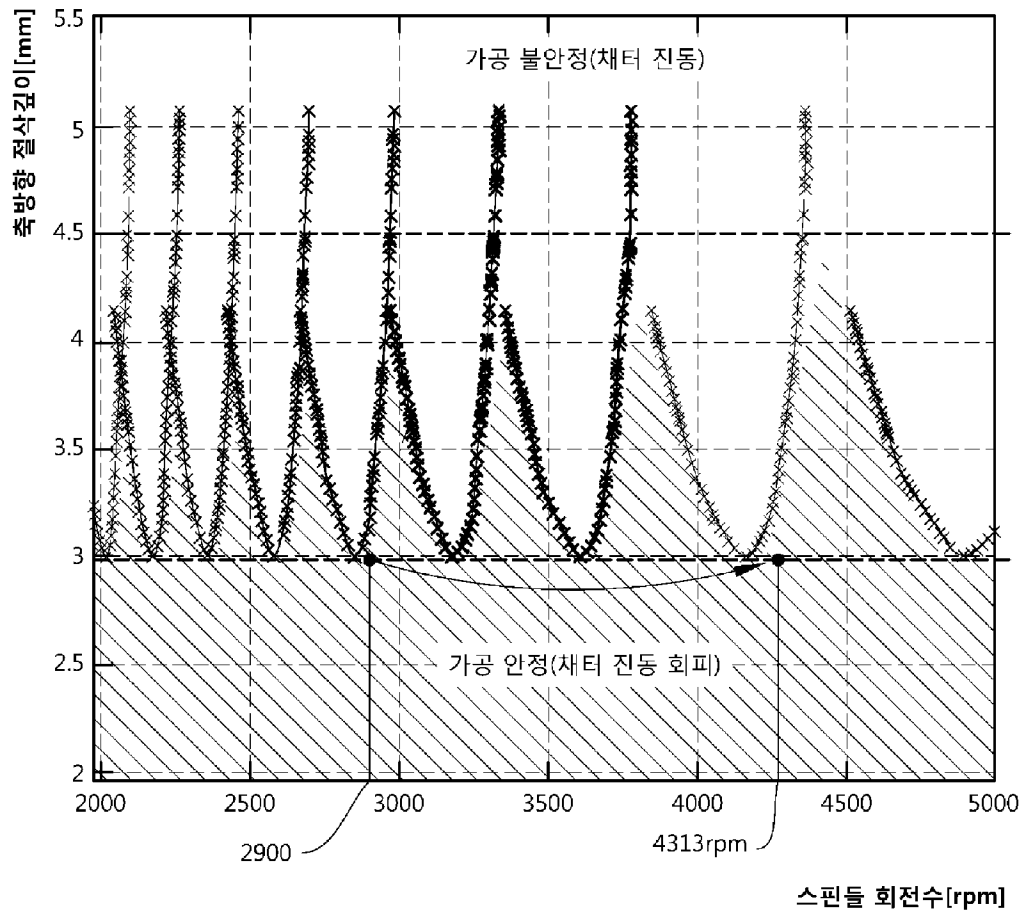
[청구항 10]

절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법.

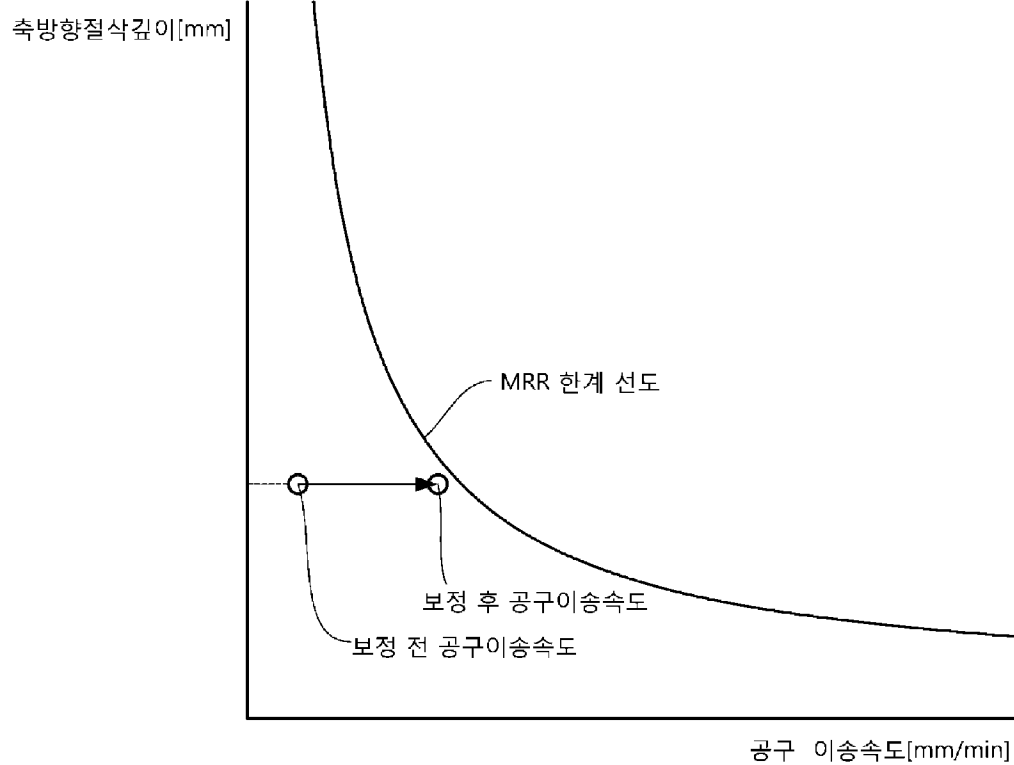
제1항 내지 제9항 중에 어느 한 항에 기재된 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 설정방법에 의해 공구 이송속도가 설정되어 공구 이송속도가 조정되도록 공작기계를 제어하는 회전 절삭공구의 실시간 이송속도 제어장치.

[Fig. 1]

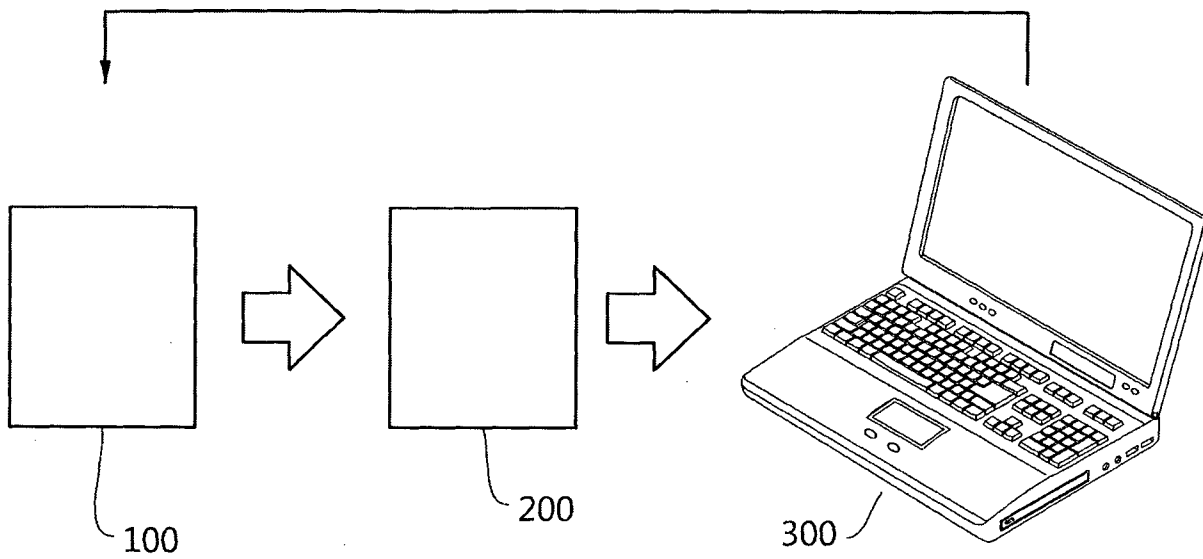
가공 안정성 선도



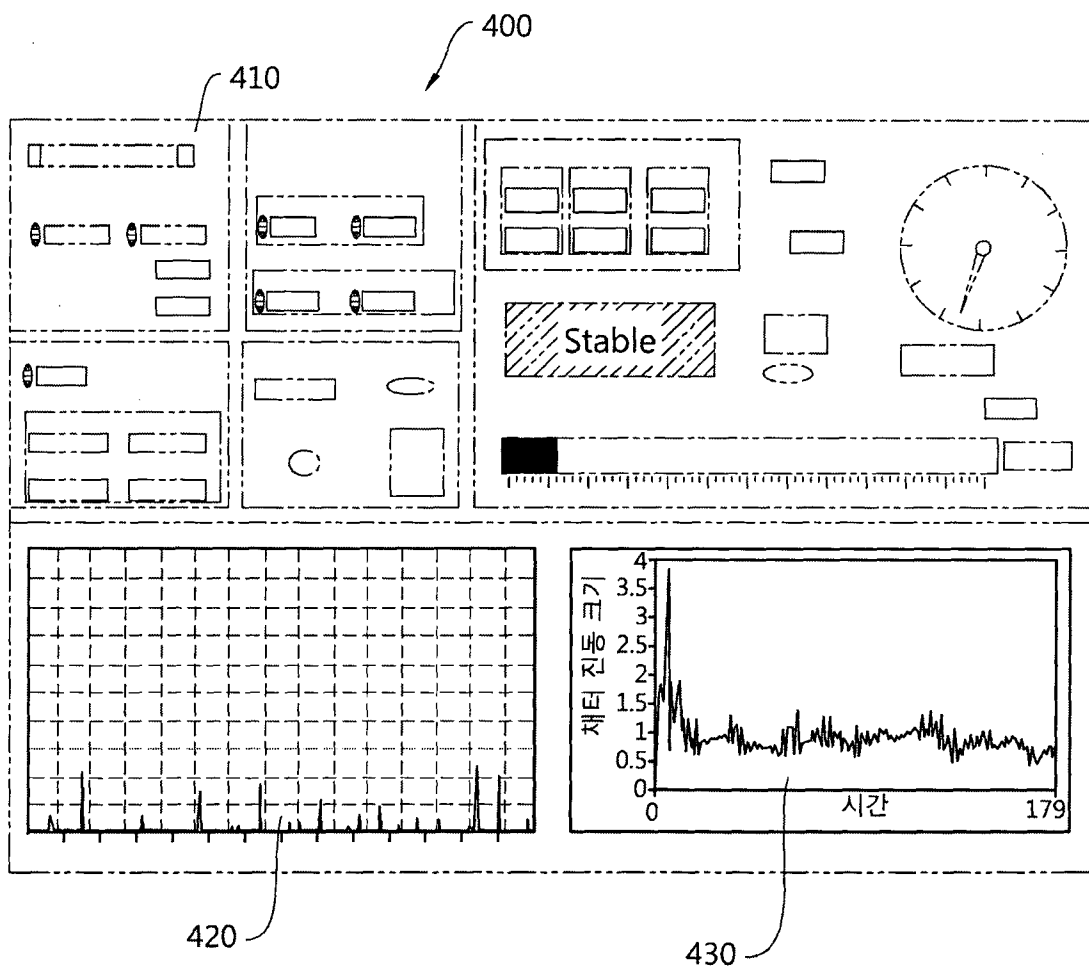
[Fig. 2]



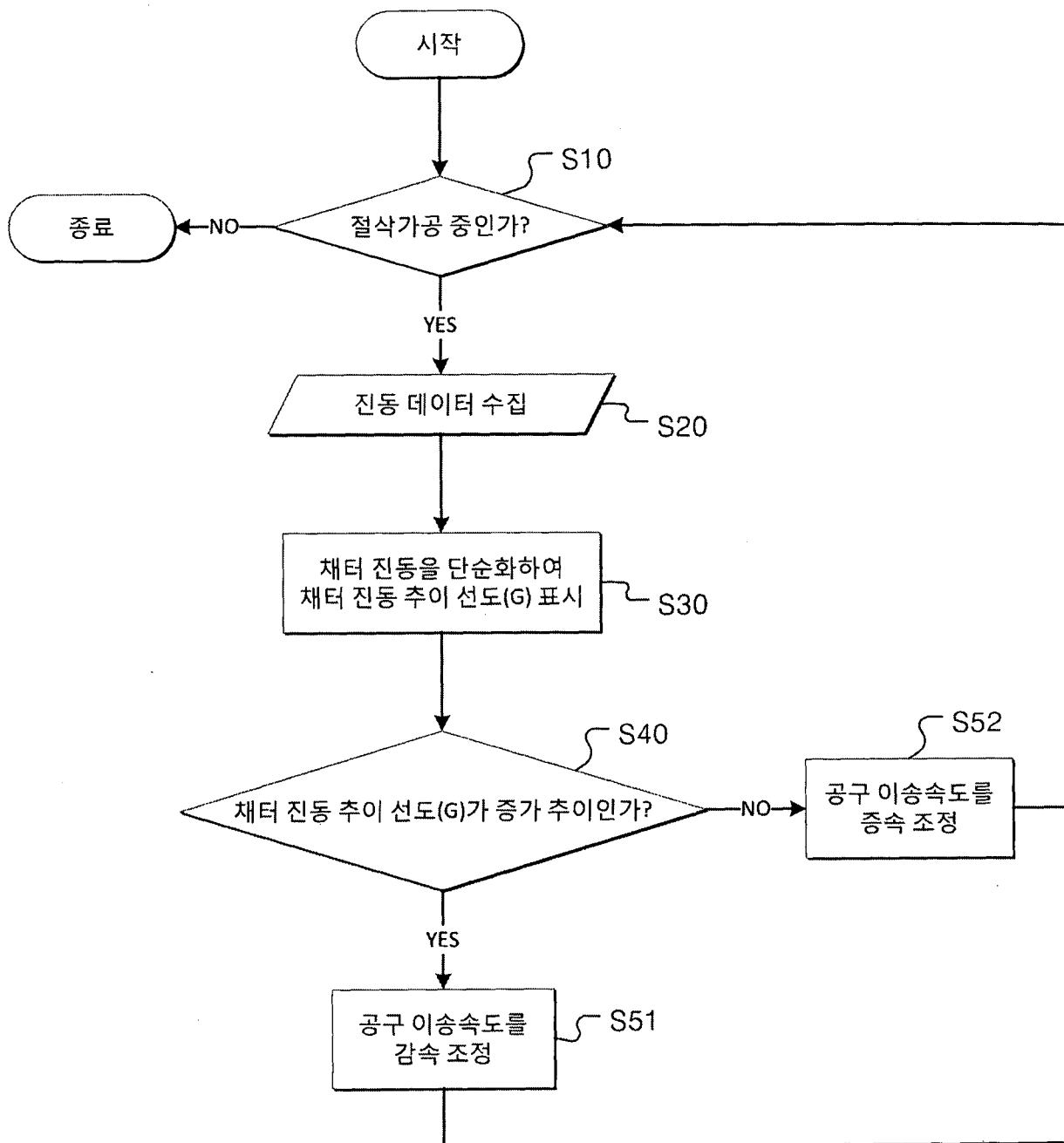
[Fig. 3]



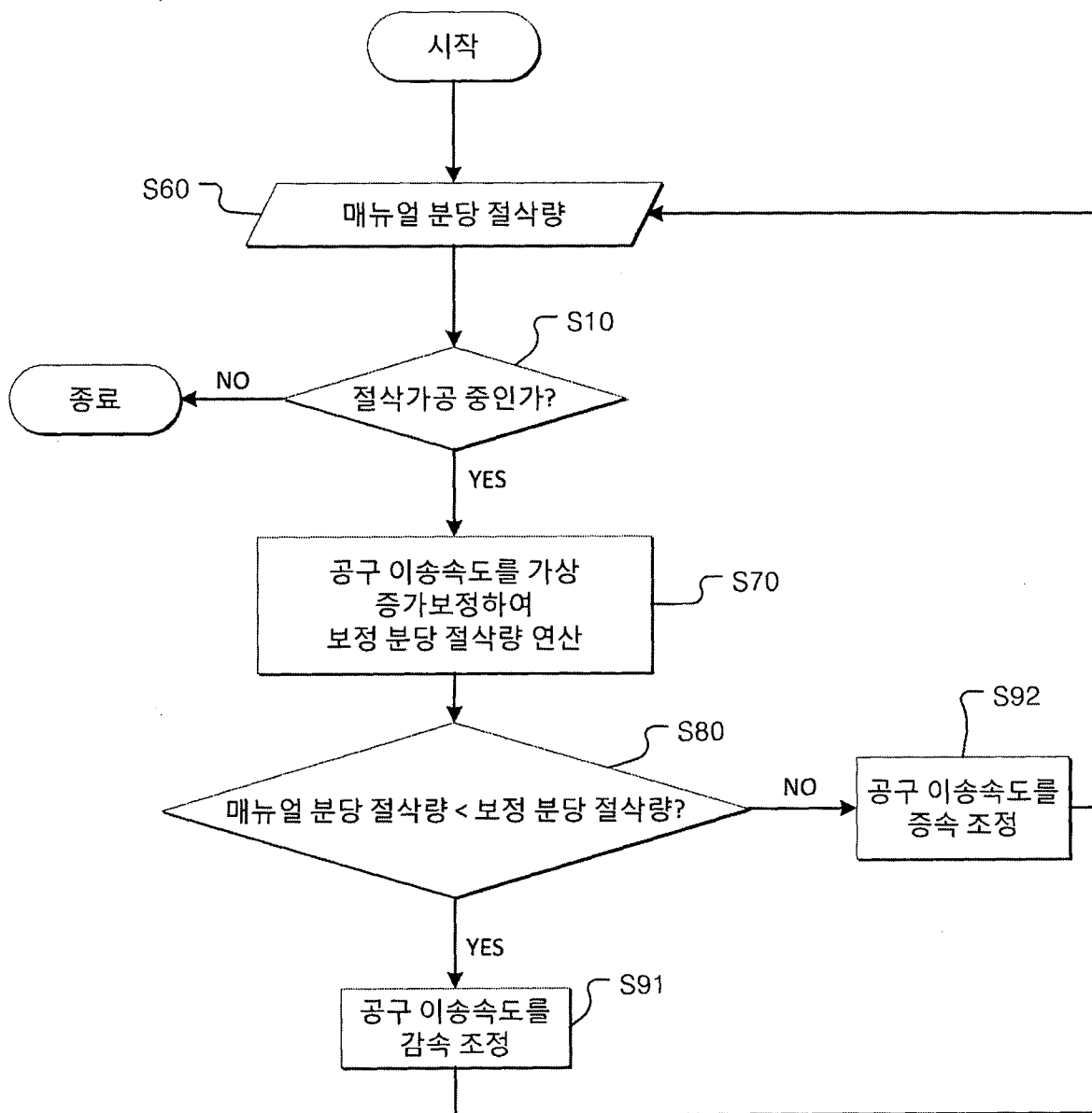
[Fig.4]



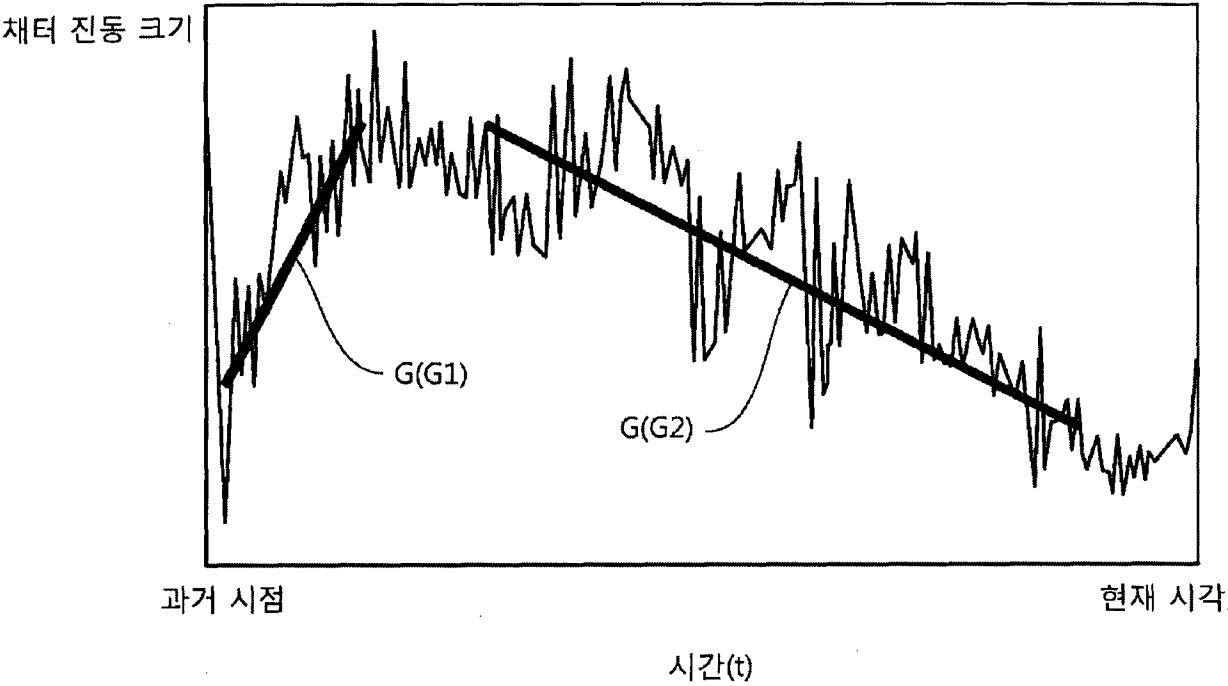
[Fig.5]



[Fig.6]

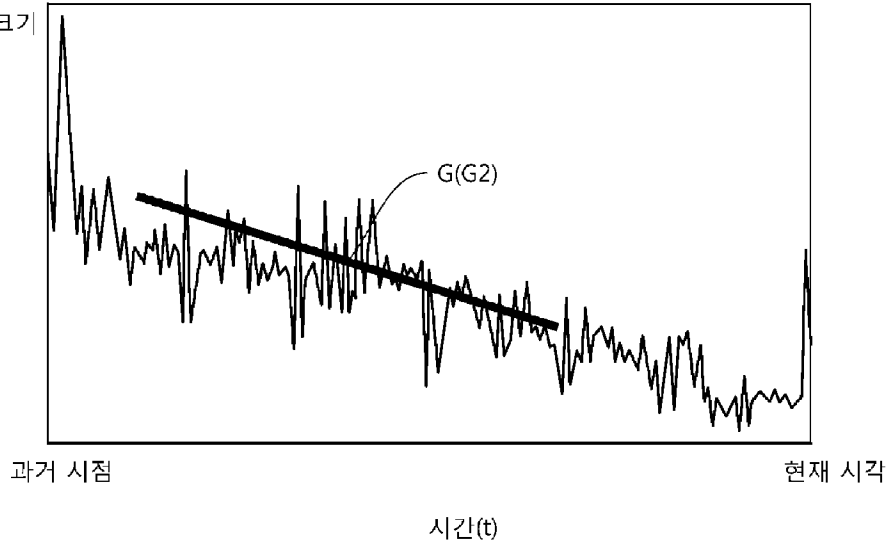


[Fig.7]



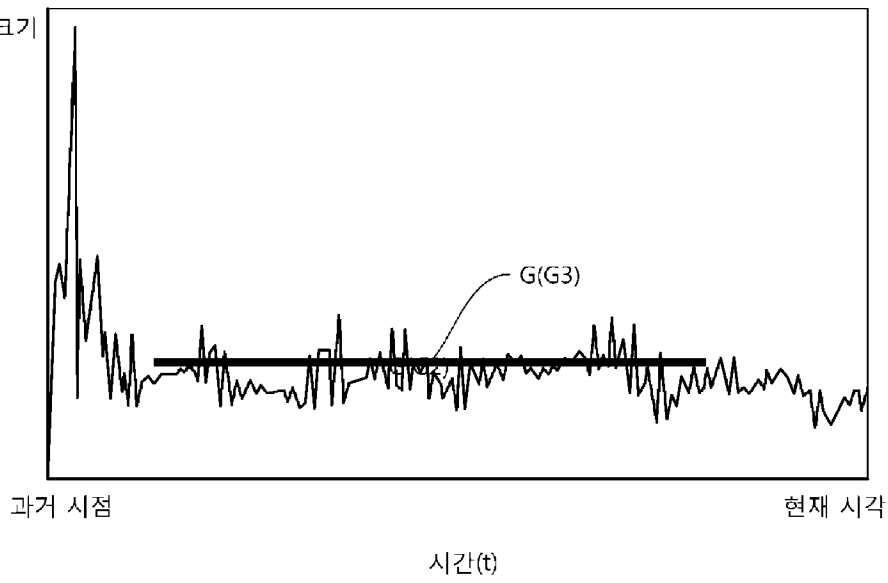
[Fig. 8]

채터 진동 크기

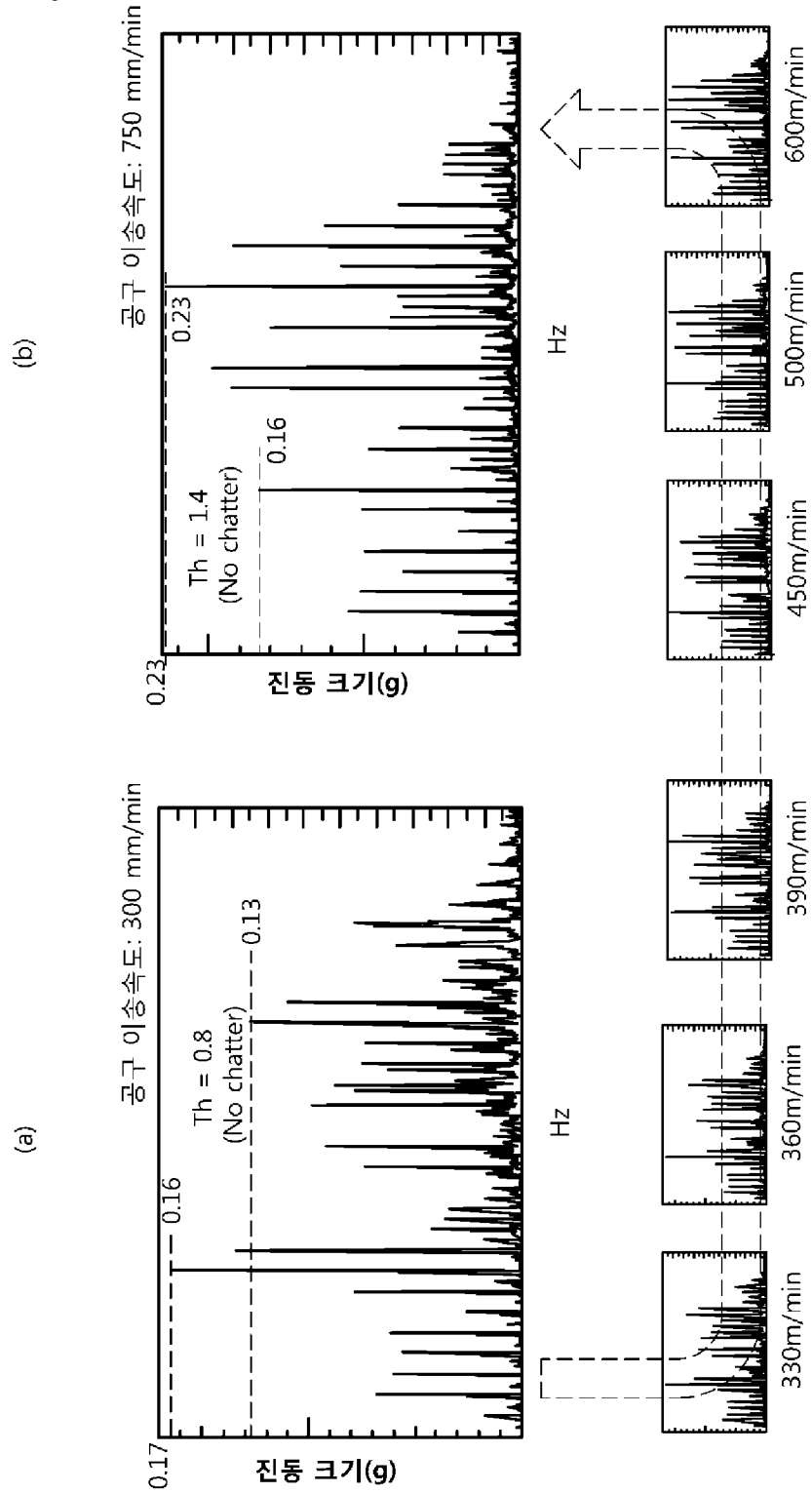


[Fig. 9]

채터 진동 크기



[Fig. 10]



[Fig. 11]

공정	돌출 구조물 절삭가공	
피삭재(공작물)	SM45C(경도: 20~30 HRC)	
공구 특성	플랫 엔드 밀	HES2100 XLT (공구제조사 모델번호)
	직경(D)	10mm
	돌출길이(L-e)	55mm
	공구길이(L)	100mm
	날 길이(I)	45mm
매뉴얼 가공 조건 (공구길이 영향 무시됨)	반경절입량(R)	2mm
	축방향 깊이(A)	15mm
	공구 이송속도(f)	300 mm/min
	회전수(rpm)	2900 rev/min
	분당절삭량(MRR)	9000 mm ³ /min
추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨)	반경절입량(R)	2mm
	축방향 깊이(A)	3mm
	공구 이송속도(f)	300 mm/min
	회전수(rpm)	2900 rev/min
	분당절삭량(MRR)	1800 mm ³ /min
실시에 추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨) (공구 이송속도 향상됨)	반경절입량(R)	2mm
	축방향 깊이(A)	3mm
	공구 이송속도(f)	600 mm/min
	회전수(rpm)	4313 rev/min
	분당절삭량(MRR)	3600 mm ³ /min

[Fig. 12]

공정	돌출 구조물 절삭가공	
피삭재(공작물)	Aluminum(Al-7076)	
공구 특성	플랫 엔드 밀	AES2100 XL (공구제조사 모델번호)
	직경(D)	10mm
	돌출길이(L-e)	55mm
	공구길이(L)	100mm
	날 길이(I)	50mm
매뉴얼 가공 조건 (공구길이 영향 무시됨)	반경절입량(R)	3mm
	축방향 깊이(A)	15mm
	공구 이송속도(f)	2016 mm/min
	회전수(rpm)	8000 rev/min
	분당절삭량(MRR)	90720 mm³/min
추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨)	반경절입량(R)	2.5mm
	축방향 깊이(A)	10mm
	공구 이송속도(f)	2016 mm/min
	회전수(rpm)	8000 rev/min
	분당절삭량(MRR)	50400 mm³/min
실시에 추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨) (공구 이송속도 향상됨)	반경절입량(R)	2.5mm
	축방향 깊이(A)	10mm
	공구 이송속도(f)	3628 mm/min
	회전수(rpm)	10400 rev/min
	분당절삭량(MRR)	90700 mm³/min

[Fig. 13]

공정	포켓 절삭가공	
피삭재(공작물)	SM45C(경도: 20~30 HRC)	
공구 특성	페이스밀	R217.69-2525.0-12-2A (제조사 모델번호)
	직경(D)	25mm
	돌출길이(L-e)	87mm
	공구길이(L)	
	날 길이(l)	15mm
매뉴얼 가공 조건 (공구길이 영향 무시됨)	반경절입량(R)	25mm
	축방향 깊이(A)	2mm
	공구이송속도(f)	500 mm/min
	회전수(rpm)	2802 rev/min
	분당절삭량(MRR)	25000 mm³/min
추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨)	반경절입량(R)	25mm
	축방향 깊이(A)	1.6mm
	공구이송속도(f)	500 mm/min
	회전수(rpm)	4203 rev/min
	분당절삭량(MRR)	20000 mm³/min
실시에 추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨) (공구 이송속도 향상됨)	반경절입량(R)	25mm
	축방향 깊이(A)	1.6mm
	공구이송속도(f)	620 mm/min
	회전수(rpm)	6746 rev/min
	분당절삭량(MRR)	24800 mm³/min

[Fig. 14]

공정	코너 절삭가공	
피삭재(공작물)	SM45C(경도: 20~30 HRC)	
공구 특성	페이스밀	HES2080 XLT (제조사 모델번호)
	직경(D)	8mm
	돌출길이(L-e)	40mm
	공구길이(L)	90mm
	날 길이(I)	35mm
매뉴얼 가공 조건 (공구길이 영향 무시됨)	반경절입량(R)	1.6mm
	축방향 깊이(A)	12mm
	공구이송속도(f)	330 mm/min
	회전수(rpm)	380 rev/min
	분당절삭량(MRR)	6336 mm³/min
추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨)	반경절입량(R)	1.5 mm
	축방향 깊이(A)	4 mm
	공구이송속도(f)	330 mm/min
	회전수(rpm)	3800 rev/min
	분당절삭량(MRR)	1980 mm³/min
실시에 추천 가공 조건 (공구 길이 영향 반영됨) (공구 이송속도 향상됨)	반경절입량(R)	1.5 mm
	축방향 깊이(A)	4 mm
	공구이송속도(f)	660 mm/min
	회전수(rpm)	5373 rev/min
	분당절삭량(MRR)	3960 mm³/min

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/004545

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23Q 15/013(2006.01)i, B23Q 15/08(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)

B23Q 15/013; B23Q 15/22; B23Q 17/12; B23Q 15/20; G05B 19/18; B23Q 17/00; B23Q 15/12; B23Q 15/08

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: a machine tool, sensor, vibration data, chatter vibration transition line, transfer speed, MRR: material removal rate

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-1134940 B1 (DAEHAN MACHINERY CORP. et al.) 17 April 2012 See abstract, paragraphs [0026]-[0029], [0036]-[0040] and figures 3, 6, 9.	1-10
A	KR 10-2010-0083473 A (KOREA INSTITUTE OF MACHINERY & MATERIALS) 22 July 2010 See abstract, paragraphs [0013]-[0018] and figure 4.	1-10
A	KR 10-0300238 B1 (OMAT LTD et al.) 22 October 2001 See abstract, page 2, line 48 - page 3, line 24 and figure 1.	1-10
A	KR 10-0497660 B1 (INHA-INDUSTRY PARTNERSHIP INSTITUTE) 01 July 2005 See abstract, page 4, lines 11-34, page 7, lines 3-5 and figure 1.	1-10
A	US 2012-0093603 A1 (UENO, Hiroshi) 19 April 2012 See abstract, paragraphs [0024]-[0025] and figure 1.	1-10



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

12 SEPTEMBER 2014 (12.09.2014)

Date of mailing of the international search report

12 SEPTEMBER 2014 (12.09.2014)

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 SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/004545

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1134940 B1	17/04/2012	NONE	
KR 10-2010-0083473 A	22/07/2010	NONE	
KR 10-0300238 B1	22/10/2001	CA 2152906 A1	07/07/1994
		CA 2152906 C	25/10/2005
		GB 2289350 A	15/11/1995
		JP 09-500331 A	14/01/1997
		US 5727912 A	17/03/1998
		WO 94-14569 A1	07/07/1994
KR 10-0497660 B1	01/07/2005	NONE	
US 2012-0093603 A1	19/04/2012	CN 102554685 A	11/07/2012
		DE 102011084374 A1	19/04/2012
		IT M120111775 A1	14/04/2012
		JP 05536608 B2	02/07/2014
		JP 2012-081562 A	26/04/2012

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

B23Q 15/013(2006.01)i, B23Q 15/08(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

B23Q 15/013; B23Q 15/22; B23Q 17/12; B23Q 15/20; G05B 19/18; B23Q 17/00; B23Q 15/12; B23Q 15/08

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: 공작기계, 센서, 진동데이터, 채터진동 추이선도, 이송속도, 분당 절삭량

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-1134940 B1 (디엠씨 주식회사 외) 2012.04.17 요약, 단락 [0026]-[0029], [0036]-[0040] 및 도면 3, 6, 9 참조.	1-10
A	KR 10-2010-0083473 A (한국기계연구원) 2010.07.22 요약, 단락 [0013]-[0018] 및 도면 4 참조.	1-10
A	KR 10-0300238 B1 (오마트 리미티드 외) 2001.10.22 요약, 페이지 2, 라인 48 - 페이지 3, 라인 24 및 도면 1 참조.	1-10
A	KR 10-0497660 B1 (인하대학교 산학협력단) 2005.07.01 요약, 페이지 4, 라인 11-34, 페이지 7, 라인 3-5 및 도면 1 참조.	1-10
A	US 2012-0093603 A1 (UENO, HIROSHI) 2012.04.19 요약, 단락 [0024]-[0025] 및 도면 1 참조.	1-10

☐ 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

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

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

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

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

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

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

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 09월 12일 (12.09.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 09월 12일 (12.09.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

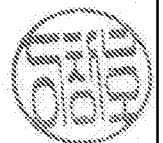
 대한민국 특허청
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

이창호

전화번호 +82-42-481-8398



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1134940 B1	2012/04/17	없음	
KR 10-2010-0083473 A	2010/07/22	없음	
KR 10-0300238 B1	2001/10/22	CA 2152906 A1 CA 2152906 C GB 2289350 A JP 09-500331 A US 5727912 A WO 94-14569 A1	1994/07/07 2005/10/25 1995/11/15 1997/01/14 1998/03/17 1994/07/07
KR 10-0497660 B1	2005/07/01	없음	
US 2012-0093603 A1	2012/04/19	CN 102554685 A DE 102011084374 A1 IT MI20111775 A1 JP 05536608 B2 JP 2012-081562 A	2012/07/11 2012/04/19 2012/04/14 2014/07/02 2012/04/26