



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 공개특허공보(A)**

(11) 공개번호 10-2020-0031130  
(43) 공개일자 2020년03월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G05B 19/4093 (2006.01) B23B 1/00 (2006.01)  
B23Q 15/013 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
G05B 19/4093 (2013.01)  
B23B 1/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7004127
- (22) 출원일자(국제) 2018년07월26일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2020년02월12일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2018/028117
- (87) 국제공개번호 WO 2019/026768  
국제공개일자 2019년02월07일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2017-149111 2017년08월01일 일본(JP)

- (71) 출원인  
시티즌 도케이 가부시킴가이샤  
일본국 도쿄도 니시도쿄시 다나시쵸 6쵸메 1반 1  
2고  
시티즌 마쉬나리 가부시킴가이샤  
389-0206 일본국 나가노켄 기타사쿠군 미요타마치  
오아자-미요타 4107-6
- (72) 발명자  
나카야 타카이치  
일본국 나가노켄 기타사쿠군 미요타마치 오아자-  
미요타 4107-6 시티즌 마쉬나리 가부시킴가이샤  
내  
시노하라 히로시  
일본국 나가노켄 기타사쿠군 미요타마치 오아자-  
미요타 4107-6 시티즌 마쉬나리 가부시킴가이샤  
내
- (74) 대리인  
강일우

전체 청구항 수 : 총 6 항

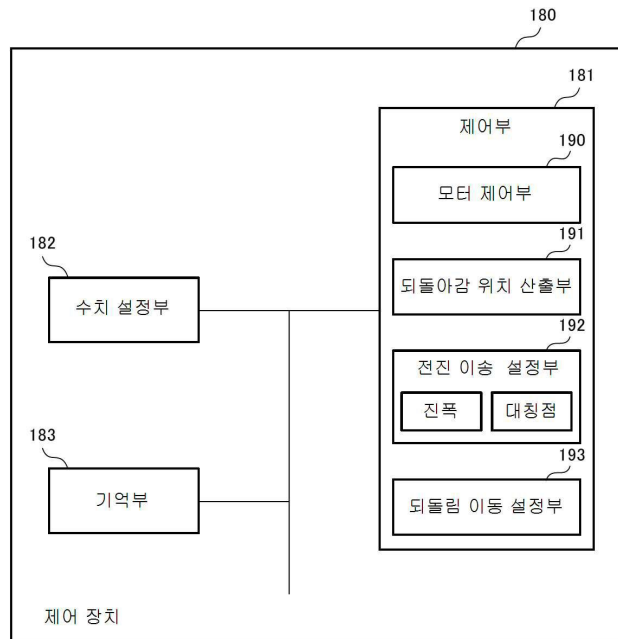
(54) 발명의 명칭 **공작 기계의 제어 장치 및 공작 기계**

**(57) 요약**

이송량에 따른 진동을 수반하는 절삭 가공을 용이하게 행할 수 있는 공작 기계의 제어 장치 및 공작 기계를 제공한다. 공구와 재료의 상대적인 회전 및 이송 동작을 제어하는 제어부(181)를 구비하고, 제어부가, 공구에 의한 재료의 가공 방향으로의 전진 이송 이동과 반가공 방향으로의 되돌림 이동을 합성하는 것에 의해서, 재료에 대해

(뒷면에 계속)

**대표도** - 도2



서 공구를 진동시키면서 절삭 가공을 행하도록 제어를 행하는 공작 기계의 제어 장치(180)이다. 공구 혹은 재료의, 1회전에 대해서 미리 정해지는 진동 횟수 및 이송량에 근거하여, 1진동 완료시에 있어서의 공구의 되돌아감 위치를 산출하는 되돌아감 위치 산출부(191)와, 가공 방향으로부터 반가공 방향으로의 변화점을 정하는 변화점 설정값에 근거하여 전진 이송 이동을 설정하고, 공구를 정한 변화점에 도달시키는 전진 이송 설정부(192)와, 1진동 완료시의 공구가 산출한 되돌아감 위치에 도달하도록, 되돌림 이동의 지령으로서 출력되는 펄스모양의 신호를 설정하는 되돌림 이동 설정부(193)를 구비한다.

(52) CPC특허분류

**B23Q 15/013** (2013.01)

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

상대적으로 회전하는 공구와 재료를 이송 동작시키는 이송 수단과, 상기 회전과 상기 이송 수단의 동작을 제어하는 제어 수단을 구비하고, 그 제어 수단이, 상기 공구에 의한 상기 재료의 가공 방향으로의 전진 이송 이동과 상기 가공 방향과는 다른 반가공 방향으로의 되돌림(return) 이동을 합성하는 것에 의해, 상기 재료에 대해서 상기 공구를 진동시키면서 절삭 가공을 행하도록 제어를 행하는 공작 기계의 제어 장치에 있어서,

상기 공구 혹은 재료의, 1회전에 대해서 미리 정해지는 진동 횟수 및 이송량에 근거하여, 1진동 완료시에 있어서의 상기 공구의 되돌아감 위치를 산출하는 되돌아감 위치 산출 수단과,

상기 가공 방향으로부터 상기 반가공 방향으로의 변화점을 정하는 변화점 설정값에 근거하여 상기 전진 이송 이동을 설정하고, 상기 공구를 상기 정한 변화점에 도달시키는 전진 이송 설정 수단과,

1진동 완료시의 상기 공구가 상기 산출한 되돌아감 위치에 도달하도록, 상기 되돌림 이동의 지령으로서 출력되는 펄스모양의 신호를 설정하는 되돌림 이동 설정 수단

을 구비하는, 공작 기계의 제어 장치.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,

상기 되돌림 이동 설정 수단은, 소정의 인터벌을 거쳐 출력되는 펄스모양의 신호를 설정하는, 공작 기계의 제어 장치.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,

상기 되돌림 이동 설정 수단은, 상기 가공 방향으로 공구를 이동시키는 지령과, 상기 되돌림 이동의 지령으로 이루어지는 펄스모양의 신호를 설정하고, 상기 전진 이송 설정 수단은, 상기 되돌림 이동 설정 수단에 근거하는 상기 가공 방향으로의 이동과, 상기 전진 이송 이동과의 합성 이동에 의해서, 상기 공구를 상기 변화점에 도달시키는, 공작 기계의 제어 장치.

**청구항 4**

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진동 횟수가 1 이상인, 공작 기계의 제어 장치.

**청구항 5**

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 진동 횟수가 1 미만인, 공작 기계의 제어 장치.

**청구항 6**

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 공작 기계의 제어 장치를 구비한 공작 기계.

**발명의 설명**

**기술 분야**

본 발명은, 공작 기계의 제어 장치 및 공작 기계에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

[0002] 예를 들면 특허문헌 1에는, 상대적으로 회전하는 공구와 재료를 이송 동작시키는 이송 수단을 구비하고, 상기 공구에 의한 상기 재료의 가공 방향으로의 전진 이송 이동과 상기 가공 방향과는 다른 반가공 방향으로의 되돌림(return) 이동을 합성하는 것에 의해서, 상기 공구를 상기 재료에 대해서 왕복 이동시키고, 절삭 가공시에 절삭부스러기(切屑, chips)를 분단할 수 있는 진동 절삭 가공의 기술이 개시되어 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0003] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 특개소48-52083호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0004] 특허문헌 1에 기재된 진동 절삭 가공은, 상기 공구의 왕복 이동에 의해, 상기 공구가 반가공 방향으로 되돌아갈 때, 미리 정해지는 공구의 이송량에 따른 소정의 위치에 상기 공구가 되돌아가는 것을 고려해서 상기 진동을 수반하는 절삭 가공을 행하는 것은 용이하지 않다는 문제점이 있었다.

[0005] 본 발명은, 상술한 바와 같은 실정을 감안해서 이루어진 것으로, 이송량에 따른 진동을 수반하는 절삭 가공을 용이하게 행할 수 있는 공작 기계의 제어 장치 및 공작 기계를 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 본 발명은, 첫째로, 상대적으로 회전하는 공구와 재료를 이송 동작시키는 이송 수단과, 상기 회전과 상기 이송 수단의 동작을 제어하는 제어 수단을 구비하고, 그 제어 수단이, 상기 공구에 의한 상기 재료의 가공 방향으로의 전진 이송 이동과 상기 가공 방향과는 다른 반가공 방향으로의 되돌림 이동을 합성하는 것에 의해서, 상기 재료에 대해서 상기 공구를 진동시키면서 절삭 가공을 행하도록 제어를 행하는 공작 기계의 제어 장치에 있어서, 상기 공구 혹은 재료의, 1회전에 대해서 미리 정해지는 진동 횟수 및 이송량에 근거하여, 1진동 완료시에 있어서의 상기 공구의 되돌아감(return) 위치를 산출하는 되돌아감 위치 산출 수단과, 상기 가공 방향으로부터 상기 반가공 방향으로의 변화점을 정하는 변화점 설정값에 근거하여 상기 전진 이송 이동을 설정하고, 상기 공구를 상기 정한 변화점에 도달시키는 전진 이송 설정 수단과, 1진동 완료시의 상기 공구가 상기 산출한 되돌아감 위치에 도달하도록, 상기 되돌림 이동의 지령으로서 출력되는 펄스모양의 신호를 설정하는 되돌림 이동 설정 수단을 구비하는 것을 특징으로 한다.

[0007] 둘째로, 상기 되돌림 이동 설정 수단은, 소정의 인터벌을 거쳐 출력되는 펄스모양의 신호를 설정하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 셋째로, 상기 되돌림 이동 설정 수단은, 상기 가공 방향으로 공구를 이동시키는 지령과, 상기 되돌림 이동의 지령으로 이루어지는 펄스모양의 신호를 설정하고, 상기 전진 이송 설정 수단은, 상기 되돌림 이동 설정 수단에 근거하는 상기 가공 방향으로의 이동과, 상기 전진 이송 이동과의 합성 이동에 의해서, 상기 공구를 상기 변화점에 도달시키는 것을 특징으로 한다.

[0009] 넷째로, 상기 진동 횟수가 1 이상인 것을 특징으로 한다.

[0010] 다섯째로, 상기 진동 횟수가 1 미만인 것을 특징으로 한다.

[0011] 여섯째로, 상기 어느 하나의 공작 기계의 제어 장치를 구비한 공작 기계인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0012] 본 발명은 이하의 효과를 얻을 수가 있다.

[0013] [1] 절삭 공구를, 전진 이송 이동과 되돌림 이동과의 합성 이동에 의해서 상기 진동을 수반하면서 보낼 수가 있다. 특히 되돌아감 위치 산출 수단, 전진 이송 설정 수단, 되돌림 이동 설정 수단에 의해, 절삭 공구의 상기 진

동을, 미리 정해지는 이송량에 따라 자동적으로 설정할 수 있고, 이송량에 따른 상기 진동을 수반하는 절삭 가공을 용이하게 행할 수가 있다.

- [0014] [2] 되돌림 이동의 지령을 펄스모양의 신호로 출력할 수 있다.
- [0015] [3] 펄스모양의 신호를, 가공 방향으로의 이동과 되돌림 이동의 쌍방의 이동에 대한 지령으로 할 수가 있다.
- [0016] [4] 재료 혹은 공구의 1회전으로, 공구 혹은 재료를 1회 이상 진동시키는 진동 절삭을 행할 수가 있다.
- [0017] [5] 공구 혹은 재료의 1진동으로, 재료 혹은 공구를 1회전 이상 회전시키는 진동 절삭을 행할 수가 있다.
- [0018] [6] 이송량에 따른 진동을 수반하는 절삭 가공을 용이하게 행할 수 있는 공작 기계를 제공할 수가 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0019] 도 1은, 본 발명의 실시예에 의한 공작 기계의 개략을 도시하는 도면이다.
- 도 2는, 제어 장치의 구성도이다.
- 도 3은, 절삭 공구의 왕복 이동 및 위치를 설명하는 도면이다.
- 도 4는, 주축의 n회전째, n+1회전째, n+2회전째의 칼날끝(刃先, cutting edge) 경로를 도시하는 도면이다.
- 도 5는, 실시예 1의 진동 파형을 설명하는 도면이다.
- 도 6a는, 실시예 1의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 6b는, 실시예 1의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 6c는, 실시예 1의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 6d는, 실시예 1의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 7a는, 실시예 1의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 7b는, 실시예 1의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 8은, 실시예 2의 진동 파형을 설명하는 도면이다.
- 도 9a는, 실시예 2의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 9b는, 실시예 2의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 9c는, 실시예 2의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 9d는, 실시예 2의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 10a는, 실시예 2의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 10b는, 실시예 2의 진동 파형의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 11a는, 실시예 3의 진동 파형을 설명하는 도면이다.
- 도 11b는, 실시예 3의 진동 파형을 설명하는 도면이다.
- 도 11c는, 실시예 3의 진동 파형을 설명하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0020] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 공작 기계의 제어 장치 및 공작 기계에 대해서 설명한다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 공작 기계(100)는, 주축(110)과, 워크(W)를 가공하는 바이트 등의 절삭 공구(130)와, 제어 장치(180)를 구비하고 있다.

[0021] 주축(110)의 선단에는 척(120)이 마련되어 있고, 워크(W)는 척(120)을 거쳐 주축(110)에 보존유지(保持)되어 있다. 주축(110)은, 주축대(110A)에 회전자유롭게 지지되고, 예를 들면 주축대(110A)와 주축(110) 사이에 마련된 주축 모터(예를 들면 빌트인 모터)의 동력에 의해서 회전한다. 주축대(110A)는 Z축 방향 이송 기구(160)에 설치되어 있다.

- [0022] Z축 방향 이송 기구(160)는, 베드(bed)와 일체인 베이스(161)와, Z축 방향 이송 테이블(163)을 슬라이드자유롭게 지지하는 Z축 방향 가이드 레일(162)을 구비하고 있다. Z축 방향 이송 테이블(163)이, 리니어 서보모터(165)의 구동에 의해서, 워크(W)의 회전 축선 방향에 일치하는 도시된 Z축 방향을 따라 이동하면, 주축대(110A)가 Z축 방향으로 이동한다. 리니어 서보모터(165)는 가동자(165a) 및 고정자(165b)를 가지고, 가동자(165a)는 Z축 방향 이송 테이블(163)에 마련되고, 고정자(165b)는 베이스(161)에 마련되어 있다.
- [0023] 절삭 공구(130)는 공구대(130A)에 장착되고, 공구대(130A)는, X축 방향 이송 기구(150)에 설치된다.
- [0024] X축 방향 이송 기구(150)는, 베드와 일체인 베이스(151)와, X축 방향 이송 테이블(153)을 슬라이드 자유롭게 지지하는 X축 방향 가이드 레일(152)을 구비하고 있다. X축 방향 이송 테이블(153)이, 리니어 서보모터(155)의 구동에 의해서 도시된 Z축 방향에 대해서 직교하는 X축 방향을 따라 이동하면, 공구대(130A)가 X축 방향으로 이동한다. 리니어 서보모터(155)는 가동자(155a) 및 고정자(155b)를 가지고, 가동자(155a)는 X축 방향 이송 테이블(153)에 마련되고, 고정자(155b)는 베이스(151)에 마련되어 있다.
- [0025] Y축 방향 이송 기구를 공작 기계(100)에 마련해도 좋다. Y축 방향은 도시된 Z축 방향 및 X축 방향에 직교하는 방향이다. Y축 방향 이송 기구는, Z축 방향 이송 기구(160) 또는 X축 방향 이송 기구(150)와 마찬가지로 할 수 있다. 종래 공지와 같이 X축 방향 이송 기구(150)와 Y축 방향 이송 기구의 조합에 의해, 절삭 공구(130)를 X축 방향에 더하여 Y축 방향으로도 이동시킬 수 있다.
- [0026] Z축 방향 이송 기구(160), X축 방향 이송 기구(150), Y축 방향 이송 기구는, 리니어 서보모터를 이용한 예를 들어 설명했지만, 공지의 볼나사와 서보모터를 이용한 구조로 해도 좋다.
- [0027] 주축(110)의 회전, 및, Z축 방향 이송 기구(160) 등의 이동은, 제어 장치(180)에 의해 제어된다.
- [0028] 도 2에 도시하는 바와 같이, 제어 장치(180)는, 제어부(181), 수치 설정부(182), 기억부(183)를 가지고, 이들은 버스를 거쳐 접속된다.
- [0029] 제어부(181)는, CPU 등으로 이루어지고, 기억부(183)의 예를 들면 ROM에 저장(格納)되어 있는 각종 프로그램이나 데이터를 RAM에 로드하고, 이 프로그램을 실행한다. 이것에 의해, 프로그램에 근거하여 공작 기계(100)의 동작을 제어할 수 있다.
- [0030] 제어부(181)는, 주축(110)의 회전이나 Z축 방향 이송 기구(160)의 이송을 제어가능하고, 각 모터의 작동을 제어하는 모터 제어부(190)를 가진다.
- [0031] 도 1의 예에서는, 제어 장치(180)는, 주축 모터를 구동해서 워크(W)를 절삭 공구(130)에 대해서 회전시키고, Z축 방향 이송 기구(160)를 구동해서 워크(W)를 절삭 공구(130)에 대해서 Z축 방향으로 이동시키고, X축 방향 이송 기구(150)를 구동해서 절삭 공구(130)를 워크(W)에 대해서 X축 방향으로 이동시킨다. 절삭 공구(130)와 워크(W)와의 상대적인 이동에 의해서 절삭 공구(130)를 워크(W)에 대해서 이동시키고, 절삭 공구(130)를 워크(W)에 대해서 소정의 가공 이송 방향으로 보내어, 워크(W)를 절삭 공구(130)에 의해 가공할 수 있다.
- [0032] 제어 장치(180)는, 도 3에 도시하는 바와 같이, 절삭 공구(130)를 워크(W)에 대해, 가공 이송 방향을 따라, 가공 이송의 진행 방향으로 되는 가공 방향을 향해서 소정의 전진량으로 이동(전진동작)시킨 후, 상기 가공 방향의 반대 방향으로 되는 반가공 방향을 향해서 소정의 후퇴량으로 이동(후진동작)시키도록 Z축 방향 이송 기구(160) 또는 X축 방향 이송 기구(150)를 이동 구동한다. 제어부(181)는, Z축 방향 이송 기구(160) 또는 X축 방향 이송 기구(150)의 이동 구동에 의한 주축대(110A) 또는 공구대(130A)의 이동에 의해서, 절삭 공구(130)를 왕복 이동시켜 진동시키고, 전진량과 후퇴량과의 차(진행량)만큼 워크(W)에 대해서 보낼 수 있다. 절삭 공구(130)에 의해서 워크(W)의 외주를 절삭하면, 주축(110)의 위상에 따라, 워크(W)의 둘레면은 물결모양으로 가공된다.
- [0033] 워크(W)의 1회전분으로 되는, 주축 위상 0°로부터 360°까지 변화하는 동안의 상기 진행량의 합계가 공구의 이송량 F으로 된다. 도 4는, 워크(W)의 1회전에 있어서의 절삭 공구(130)의 왕복 이동의 횟수를 진동 횟수 D로 하고, 진동 횟수 D가 1.5(회/r)인 예를 도시한다. 물결모양의 파형의 골짜기를 통과하는 가상선(1점 쇄선)이 상기 이송량을 나타내는 이송의 직선으로 되고, 그 이송의 직선에 있어서의 주축 위상 360°의 위치가 워크(W) 1회전당의 이송량 F에 상당한다.
- [0034] 진동 횟수 D가 정수(整數)와는 다르기 때문에, 주축(110)(워크(W))의 n회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 칼날끝 경로(도 4에 실선으로 나타낸다)와 n+1회전째의 칼날끝 경로(도 4에 파선으로 나타낸다)가, 주축 위상 방향(도 4의 그래프의 가로축 방향)으로 어긋나, 절삭 가공시, 절삭 공구(130)의 칼날끝 경로에 중복이 발생한다.



- [0035] n+1회전체의 칼날끝 경로가 n회전체의 칼날끝 경로에 포함되는 칼날끝 경로 중복의 기간은, 이미 n회전체의 가공에 의해서 절삭을 마쳤기 때문에, 절삭 공구(130)와 워크(W)가 가공 이송 방향에서 접촉하지 않고, 절삭 공구(130)가 워크(W)를 실질상 절삭하지 않는 공회전(空振, air-cut) 기간으로 되고, 워크(W)에 생긴 절삭부스러기가 분단되어 절삭가루(切粉)로 된다. 절삭 공구(130)의 워크(W)에 대한 왕복 이동에 의한 진동을 수반하면서 절삭 공구(130)에 의해서 워크(W)를 가공하는 진동 절삭 가공에 의해, 절삭부스러기를 분단하면서 워크(W)를 원활하게 가공할 수가 있다.
- [0036] 도 4의 예에서는, n회체의 칼날끝 경로와 n+1의 칼날끝 경로가 180° 반전되어 있다. 공회전 기간을 얻기 위해서는, n회체의 칼날끝 경로와 n+1의 칼날끝 경로가 일치(동위상)하지 않으면 좋고, n회체의 칼날끝 경로와 n+1의 칼날끝 경로가 주축 위상 방향으로 어긋나 있으면 좋다.
- [0037] 다만, 진폭의 크기를 일정하게 유지하여 이송량 F를 늘린 경우, n+1회전체의 칼날끝 경로가 n회전체의 칼날끝 경로에 포함되는 기간은 감소하고, n+1회전체의 칼날끝 경로가 n회전체의 칼날끝 경로에 도달하지 않는 경우에는, 공회전 기간이 생기지 않게 된다.
- [0038] n+1회전체의 칼날끝 경로가 n회전체의 칼날끝 경로에 포함되는 기간은, 이송량 F와 진동 파형의 진폭에 따라 변화하기 때문에, 제어부(181)에서는, 공회전 기간이 발생하도록, 이송량 F에 비례해서 진동 파형의 진폭을 설정하도록 구성되어 있다. 절삭 가공시에는, 가공 프로그램에서의 지정 등에 의해, 주축 회전수나, 이송량 F이 미리 지정된다. 제어부(181)는, 이송량 F에 대한 진폭의 비율을 진폭 이송 비율 Q로서, 이송량 F에 진폭 이송 비율 Q를 곱해서 진폭을 Q\*F로 설정하도록 구성되어 있다. 진폭 이송 비율 Q은, 예를 들면 가공 프로그램에서, Q에 계속되는 값(인수 Q)으로서 지정할 수가 있다. 또한 마찬가지로 진동 횟수 D도, 가공 프로그램에서, D에 계속되는 값(인수 D)으로 지정할 수 있다.
- [0039] 제어부(181)는, 절삭 공구(130)를 진동시키면서 워크(W)에 대해서 이동시키기 위해서, 되돌아감 위치 산출부(191), 전진 이송 설정부(192), 되돌림 이동 설정부(193)를 가진다. 또한, 제어부(181)가 본 발명의 제어 수단에 상당하고, 되돌아감 위치 산출부(191), 전진 이송 설정부(192), 되돌림 이동 설정부(193)가, 본 발명의 되돌아감 위치 산출 수단, 전진 이송 설정 수단, 되돌림 이동 설정 수단에 각각 상당한다.
- [0040] 이송량 F이 지정되면, 도 5에 도시되는 바와 같이, 이송의 직선이 정해진다. 이하, 이 이송의 직선을 실질 이송 라인 G라고 칭하고, 실질 이송 라인 G는, 진동 횟수 D가 1.5(회/r)인 경우에, 주축(110)의 위상을 가로축 방향으로 하고, 절삭 공구(130)의 가공 이송 방향의 위치를 세로축으로 한 그래프의 도 5에 1점 쇄선으로 나타내어진다. 절삭 공구(130)는, 1진동 완료시에 실질 이송 라인 G 상에 도달하고, 후진동작으로부터 전진동작으로 전환되고, 워크(W)의 1회전으로 1.5회, 다시 말해, 워크(W)의 2회전으로 3회 진동하도록, 워크(W)에 대해서 보내진다.
- [0041] 되돌아감 위치 산출부(191)는, 진동 횟수 D 및 이송량 F에 근거하여, 1진동 완료시에 있어서의 절삭 공구(130)가 위치하는 실질 이송 라인 G 상의 위치를 되돌아감 위치로서 산출한다.
- [0042] 도 5에, 3회의 진동에 있어서의 되돌아감 위치를, 후진동작으로부터 전진동작으로 전환되는 방향 변화점 B1, B2, B3으로서 나타낸다. 도 5의 진동 파형을 워크 기준으로 나타내면, 1진동 완료시에 있어서의 절삭 공구(130)의 되돌아감 위치는, 도 6a에 1점 쇄선으로 나타낸 실질 이송 라인 G 상에 있다. 그리고, 이 절삭 공구(130)의 되돌아감 위치의 주축 위상은, 워크(W)의 1회전분의 각도(360°)에 진동 횟수 D의 역수(2/3)를 곱한 위상으로 된다. 도 6b에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태에 있어서 변화점 B1은 주축 위상 240°의 위치에 있다. 이후, 각 변화점은, 워크(W)의 1회전분의 각도에 진동 횟수 D의 역수를 곱한 값을 1간격으로 한 실질 이송 라인 G 상의 위치로 되고, 본 실시형태의 경우, 실질 이송 라인 G 상의 변화점 B2는 주축 위상 480°의 위치에 있고, 변화점 B3은 주축 위상 720°의 위치에 있다. 되돌아감 위치 산출부(191)는 이상과 같이, 이송량 F과 진동 횟수 D에 근거하여 각 되돌아감 위치의 산출을 행할 수가 있다.
- [0043] 한편, 이송량 F에 진폭 이송 비율 Q을 곱해서 진폭이 설정되기 때문에, 전진동작으로부터 후진동작으로 전환되는 방향 변화점 A1은, 실질 이송 라인 G를 진폭 Q\*F만큼 오프셋시킨 직선(진폭 라인 QF) 상에 있다. 그리고, 본 실시형태의 경우, 변화점 A1의 주축 위상은, 변화점 B1의 주축 위상 240°에 진동 횟수 D의 역수(2/3)의 분자의 역수(1/2)를 곱한 위상(120°)으로 된다. 도 6b에 도시하는 바와 같이, 진폭 라인 QF와 주축 위상 120°를 통과하는 수직선과의 교점으로부터, 변화점 A1이 설정된다. 이후, 각 변화점 A는, 서로 이웃하는 변화점 B간의 각도에 1/2을 곱한 값을 1간격으로 한 진폭 라인 QF 상의 위치로 되고, 예를 들면, 본 실시형태의 경우, 변화점 A2는, 변화점 B1로 되는 주축 위상 240°로부터 변화점 B2로 되는 주축 위상 480°까지의 1/2의 값(주축 위상 360

°)의 위치에 있고, 변화점 A3은, 변화점 B2로 되는 주축 위상 480°로부터 변화점 B3으로 되는 주축 위상 720°까지의 1/2의 값(주축 위상 540°)의 위치에 있다. 상기와 같이 변화점 A1은, 이송량 F, 진폭 이송 비율 Q, 진동 횟수 D를 파라미터(변화점 설정값)로 해서 정해진다. 전진 이송 설정부(192)는, 주축 위상 0°와 변화점 A1을 통과하는 직선을 전진 이송 이동으로 설정하고, 제어부(181)는 칼날끝을 전진 이송 이동을 따라 이동시키는 전진 이송 지령을 출력한다.

[0044] 되돌림 이동 설정부(193)는, 절삭 공구(130)를 상기 반가공 방향으로 이동시키는 이동 지령을 소정의 간격으로 펄스 신호 P로서 출력하도록 구성되어 있다. 도 6c에 도시하는 바와 같이, 방향 변화점 B1이 주축 위상 240°의 위치에 있기 때문에, 펄스 신호 P는, 칼날끝이 변화점 A1로부터 변화점 B1로 되돌아가도록, 이송 방향(도 6c의 그래프의 세로축 방향)에 대해서 역방향으로 되는 하향으로 볼록한 형상의 파형(도면중에 2점 쇄선으로 나타낸다)을 상기 반가공 방향으로 이동시키는 이동 지령으로서 출력하는 신호로서 설정된다.

[0045] 펄스 신호 P에 의해, 주기적으로 칼날끝이 상기 반가공 방향으로 이동하는 되돌림 이동이 행해진다. 펄스 신호 P의 볼록 형상의 크기는, 이송 방향에서 본 A1, B1간의 거리에 따라 정할 수 있고, 되돌림 이동 설정부(193)는, 전진 이송 이동과 되돌림 이동과의 합성 이동에 의해서, 칼날끝이 도 6d에 도시하는 바와 같이, 변화점 A1과 변화점 B1을 연결하는 후진동작 F"를 행하도록 설정하는 펄스 신호 P를 구비해서 구성되어 있다.

[0046] 되돌림 이동 설정부(193)에 의한 주기적인 펄스모양의 지령으로 되는 상기 반가공 방향으로 이동시키는 이동 지령의 펄스 신호는, 각 변화점 A로부터 후진동작 F"가 개시되는 바와 같은 주기를 가지고, 우선, 주축 위상 120°의 타이밍에서, 칼날끝은, 반가공 방향으로의 이동의 지령(펄스 신호의 하향으로 볼록한 형상의 부분)에 의해서, 변화점 A1로부터 변화점 B1(주축 위상 240°의 위치)로의 후진동작 F"를 행한다.

[0047] 한편, 칼날끝은, 되돌림 이동 설정부(193)에 의한 반가공 방향으로의 이동의 지령이 없는 경우는, 단지 전진 이송 이동을 따라 변화점 B로부터 변화점 A로 이동하기 때문에, 도 7a에 도시하는 바와 같이, 변화점 B1로부터 변화점 A2(주축 위상 360°의 위치)로의 전진동작 F'를 행한다.

[0048] 그 다음에, 주축 위상 360°의 타이밍에서 반가공 방향으로의 이동이 지령되고, 변화점 A2와 변화점 B2(주축 위상 480°의 위치)를 통과하는 후진동작 F"가 행해진다. 변화점 A1과 변화점 B2가 일치하는 것에 의해서, 공회전 동작으로 되어 절삭부스러기가 절단된다.

[0049] 이상이 반복되고, 도 7b에 도시하는 바와 같이, 변화점 B2와 변화점 A3(주축 위상 540°의 위치)를 통과하는 전진동작 F'와, 변화점 A3과 변화점 B3(주축 위상 720°의 위치)를 통과하는 후진동작 F"가 행해지고, 변화점 A2와 변화점 B3이 일치하면, 절삭부스러기가 절단된다.

[0050] 이상에 의해, 절삭 공구(130)를, 전진 이송 이동과 되돌림 이동과의 합성 이동에 의해서 상기 진동을 수반하면서 보낼 수가 있다. 특별히 되돌아감 위치 산출부(191), 전진 이송 설정부(192), 되돌림 이동 설정부(193)에 의해, 절삭 공구(130)의 상기 진동을, 미리 정해지는 이송량 F에 따라 자동으로 설정할 수 있고, 이송량 F에 따른 상기 진동을 수반하는 절삭 가공을 용이하게 행할 수가 있다.

[0051] 진동 횟수 D는 1 미만으로 설정 가능하다. 도 8은, 진동 횟수 D가 0.5(회/r)인 예를 도시한다. 이 절삭 가공시에도, 가공 프로그램에서의 지정 등에 의해, 주축 회전수나, 이송량 F가 미리 지정된다.

[0052] 이송량 F가 지정되면, 도 8에 도시하는 바와 같이, 실질 이송 라인 G가 정해진다(도 8에 1점 쇄선으로 나타낸다). 절삭 공구(130)는, 1진동 완료시에 실질 이송 라인 G 상에 도달하고, 후진동작으로부터 전진동작으로 전환된다.

[0053] 주축(110)의 위상을 가로축 방향으로 하고, 절삭 공구(130)의 가공 이송 방향의 위치를 세로축으로 한 그래프인 도 8에 도시한 예에서는, 주축(110)의 복수 회전(이 예에서는 2회전)에 대해서 절삭 공구(130)가 1회 진동하고 있다. 절삭 공구(130)의 이동 궤적은, 전진동작과 후진동작을 등속으로 하고, 주축(110)의 1회전째에서는 전진동작해서 전진하고, 주축(110)의 복수 회전 중의 마지막(最後)의 1회전(이 예에서는 주축(110)의 2회전째) 중의 180°의 위치에서 전진동작으로부터 후진동작으로 전환되고, 실질 이송 라인 G를 향해서 후퇴한다. 절삭 공구(130)가 전진·후퇴하는 동안의 주축 회전량을, 공구 1진동당의 주축 회전량 E로 한다. 또, 절삭 공구(130)가 후퇴하는 동안의 주축 회전량, 바꾸어 말하면, 절삭 공구(130)가 전진동작으로부터 후진동작으로 전환된 시점으로부터 실질 이송 라인 G에 도달하기까지 요하는(필요로 하는) 주축 회전량을, 절삭 공구(130)의 후퇴시(후진동작시)의 주축 회전량 R로 한다.

[0054] 진동의 조건으로서, 예를 들면 가공 프로그램에서, R에 계속되는 값(인수 R)으로 후퇴시의 주축 회전량을 지정



하고, E에 계속되는 값(인수 E)으로 공구 1진동당의 주축 회전량을 미리 지정할 수가 있다.

- [0055] 공구 1진동당의 주축 회전량 E는, 진동 횟수 D의 역수이고, 도 8의 예에서는 2.0(r/회)이다. 되돌아감 위치 산출부(191)는, 1진동 완료시의 주축 회전량 E 및 이송량 F에 근거하여, 실질 이송 라인 G 상의 주축 회전량 E에 따른 주축 위상의 위치를 되돌아감 위치로서 산출한다.
- [0056] 도 8에, 2회의 진동에 있어서의 되돌아감 위치를, 후진동작으로부터 전진동작으로 전환되는 방향 변화점 B1, B2로서 나타낸다. 도 8의 진동 파형을 워크 기준으로 나타내면, 1진동 완료시에 있어서의 절삭 공구(130)의 되돌아감 위치는, 도 9a에 1점 쇄선으로 나타낸 실질 이송 라인 G 상의 주축 1회전분의 각도(360°)에 주축 회전량 E를 곱한 주축 위상의 위치에 있다. 도 9b에 도시하는 바와 같이, 본 실시형태에 있어서 변화점 B1은 주축 위상 720°의 위치에 있다. 이후, 각 변화점은, 워크(W)의 2회전분의 각도를 1간격으로 한 실질 이송 라인 G 상의 위치로 되고, 본 실시형태의 경우, 실질 이송 라인 G 상의 변화점 B2는 주축 위상 1440°의 위치에 있다. 되돌아감 위치 산출부(191)는 이상과 같이, 1진동 완료시의 주축 회전량 E와 이송량 F에 근거하여 각 되돌아감 위치의 산출을 행할 수가 있다.
- [0057] 본 실시형태에서는, 후퇴시의 주축 회전량 R은 0.5(회전)이고, 후진동작의 개시부터 종료까지 180°의 회전을 요한다. 이 때문에, 전진동작으로부터 후진동작으로 전환되는 방향 변화점 A1은, 도 9b에 도시하는 바와 같이, 되돌아감 위치의 주축 위상(720°)으로부터 주축 회전량 R에 상당하는 각도분 되돌아감 주축 위상(540°)에 있다.
- [0058] 본 실시형태에 있어서는, 전진동작과 후진동작이 등속이기 때문에, 전진 이송 설정부(192)는, 주축 위상 540°의 라인 C를 대칭의 축으로 하고, 변화점 B1에 대해서 선대칭으로 되는 점을 대칭점 B1'로서 설정하고, 주축 위상 0°와 대칭점 B1'를 통과하는 직선을 전진 이송 이동으로 설정하고, 제어부(181)는 칼날끝을 전진 이송 이동을 따라 이동시키는 전진 이송 지령을 출력한다.
- [0059] 도 9b에 도시하는 바와 같이, 변화점 A1은, 주축 위상 0°와 대칭점 B1'를 통과하는 직선 상의 주축 위상 540°의 위치에 있고, 바꾸어 말하면 변화점 A1은, 이송량 F, 후퇴시의 주축 회전량 R, 1진동 완료시의 주축 회전량 E를 파라미터(변화점 설정값)로 해서 정해지고, 전진 이송 설정부(192)는, 상기 변화점 설정값에 근거하여 전진 이송 이동의 설정을 행한다.
- [0060] 이후, 각 변화점 A는, 1진동 완료시의 주축 회전량 E에 따른 각도마다의 주축 위상의 위치에 있기 때문에, 각 대칭점 B'는, 각 변화점 B에 대응하는 각 변화점 A의 주축 위상의 라인을 대칭의 축으로 하고, 각 변화점 B에 대해서 선대칭으로 되는 점으로 정해진다. 본 실시형태의 경우, 예를 들면, 대칭점 B2'는, 변화점 B2로 되는 주축 위상 1440°로부터 360°전의 위치(주축 위상 1080°의 위치)에 있고, 예를 들면, 변화점 A2는, 변화점 B2로 되는 주축 위상 1440°로부터 180°전의 위치(주축 위상 1260°의 위치)에 있다.
- [0061] 도 9c에 도시하는 바와 같이, 방향 변화점 B1이 주축 위상 720°의 위치에 있기 때문에, 되돌림 이동 설정부(193)의 주기적인 펄스모양의 지령으로 되는 상기 반가공 방향으로 이동시키는 이동 지령의 펄스 신호 P는, 칼날끝이 변화점 A1로부터 변화점 B1로 되돌아가도록, 이송 방향(도 9c의 그래프의 세로축 방향)에 대해서 역방향으로 되는 하향으로 볼록한 형상의 파형(도면중에 2점 쇄선으로 나타낸다)을 상기 반가공 방향으로 이동시키는 이동 지령으로서 출력하는 신호로서 설정된다. 펄스 신호 P의 볼록 형상의 크기는, 이송 방향에서 본 A1, B1간의 거리에 따라 정할 수가 있다.
- [0062] 되돌림 이동 설정부(193)는, 전진 이송 이동과 되돌림 이동과의 합성 이동에 의해서, 칼날끝이 도 9d에 도시하는 바와 같이, 변화점 A1과 변화점 B1을 연결하는 후진동작 F''를 행하도록 설정하는 펄스 신호 P를 구비해서 구성되어 있다.
- [0063] 펄스 신호는, 각 변화점 A로부터 후진동작 F''가 개시되는 바와 같은 주기를 가지고, 주축 위상 540°의 타이밍에서, 칼날끝은, 반가공 방향으로의 이동의 지령(펄스 신호의 하향으로 볼록한 형상의 부분)에 의해서, 변화점 A1로부터 변화점 B1(주축 위상 720°의 위치)로의 후진동작 F''를 행한다. 후진동작 F''가 변화점 B1에서 전진동작 F'에 교차하는 것에 의해서, 절삭부스러기가 절단된다.
- [0064] 한편, 칼날끝은, 되돌림 이동 설정부(193)에 의한 반가공 방향으로의 이동의 지령이 없는 경우는, 단지 전진 이송 이동을 따라 변화점 B로부터 변화점 A로 이동하기 위해서, 도 10a에 도시하는 바와 같이, 변화점 B1로부터 변화점 A2(주축 위상 1260°의 위치)로의 전진동작 F'를 행한다.
- [0065] 그 다음에, 주축 위상 1260°의 타이밍에서 반가공 방향으로의 이동이 지령되고, 도 10b에 도시하는 바와 같이,

변화점 A2와 변화점 B2(주축 위상  $144^\circ$  의 위치)를 통과하는 후진동작 F'' 가 행해진다. 후진동작 F'' 가 변화점 B2에서 전진동작 F' 에 교차하는 것에 의해서, 절삭부스러기가 절단된다.

- [0066] 이상에 의해, 절삭 공구(130)를, 전진 이송 이동과 되돌림 이동과의 합성 이동에 의해서 상기 진동을 수반하면서 보낼 수가 있다. 특별히 되돌아감 위치 산출부(191), 전진 이송 설정부(192), 되돌림 이동 설정부(193)에 의해, 절삭 공구(130)의 상기 진동을, 미리 정해지는 이송량 F에 따라 자동으로 설정할 수 있고, 이송량 F에 따른 상기 진동을 수반하는 절삭 가공을 용이하게 행할 수가 있다.
- [0067] 상기 실시예 1, 2에서는, 주축(110)을 회전시키고, 또한, Z축 방향으로 보내는 예를 들어 설명했다. 그러나, 본 발명은 이 예에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, 주축(110)이 회전하고, 절삭 공구(130)를 Z축 방향으로 보내는 경우나, 절삭 공구(130)가 회전하고, 주축(110)을 Z축 방향으로 보내는 경우, 주축(110)을 고정하고, 절삭 공구(130)를 회전시키고, 또한, Z축 방향으로 보내는 경우 등에도 마찬가지로 효과를 얻을 수가 있다. Z축 방향 이송 기구가 본 발명의 이송 수단에 상당한다. 또 실시예 2의 공구 1진동당의 주축 회전량 E는, 반드시 2회전, 3회전 등의 정수 회전수뿐만 아니라, 1회전(360도)을 넘는 회전 각도에 상당하는 수로 설정할 수도 있다.
- [0068] 또한 되돌림 이동 설정부(193)의 펄스 신호 P는, 절삭 공구(130)를, 변화점 A의 주축 위상까지 가공 방향으로 이동시키는 지령과 변화점 A의 주축 위상으로부터 반가공 방향으로 이동시키는 지령을 반복하는 바와 같은 신호로 할 수도 있다. 이 경우 전진 이송 설정부(192)는, 펄스 신호 P에 근거하는 칼날끝의 가공 방향으로의 이동(상기 변화점 A의 주축 위상까지 가공 방향으로 이동시키는 지령에 의한 가공 방향으로의 이동)과, 소정의 전진 이송 지령에 의한 가공 방향으로의 이동과의 합성 이동이 전진 이송 이동으로 되도록, 전진 이송 이동을 설정할 수가 있다. 소정의 전진 이송 지령은, 예를 들면 칼날끝을 실질 이송 라인 G 상으로 이동시키는 전진 이송 지령으로 할 수 있다.
- [0069] 구체적으로는, 도 11a는, 진동 횟수 D가 0.5(회/r)인 예를 도시한다. 이송량 F가 지정되면, 실질 이송 라인 G가 정해진다(도면중에 1점 쇄선으로 나타낸다. 본 발명의 공구의 이송 라인에 상당한다). 또, 공구 1진동당의 주축 회전량 E 및 이송량 F에 근거하여, 실질 이송 라인 G 상의 되돌아감 위치(변화점 B1)가 산출된다.
- [0070] 절삭 공구(130)의 후퇴시(후진동작시)의 주축 회전량 R이 0.5(회전)인 경우, 전진동작으로부터 후진동작으로 전환되는 방향 변화점 A1은 주축 위상  $54^\circ$  에 있다. 이 주축 위상  $54^\circ$  의 라인 C를 대칭의 축으로 하고, 변화점 B1에 대해서 선대칭으로 되는 대칭점 B1' 가 설정되면, 주축 위상  $0^\circ$  와 대칭점 B1' 를 통과하는 직선이 전진 이송 이동으로 설정된다.
- [0071] 소정의 전진 이송 지령을, 칼날끝을 실질 이송 라인 G 상으로 이동시키는 전진 이송 지령으로 하면, 도 11b에 도시하는 바와 같이, 주축 위상  $54^\circ$  의 위치에 있어서, 실질 이송 라인 G와 변화점 A1 사이에는, 위치 어긋남 C' 가 있다. 펄스 신호 P는, 이 위치 어긋남 C' 분을 열고 나서 실질 이송 라인 G로 되돌아가도록, 이송 방향(도 11b의 그래프의 세로축 방향)으로 순방향(順向)으로 되는 상향으로 볼록한 형상의 파형(도 11c에 2점 쇄선으로 나타낸다)으로 설정된다.
- [0072] 전진 이송 설정부(192)는, 이 펄스 신호 P 중 변화점 A1의 주축 위상  $54^\circ$  까지의 가공 방향으로 이동시키는 지령에 의한 가공 방향으로의 이동과, 이송량 F로 정해지는 가공 방향으로의 이동(실질 이송 라인 G)과의 합성 이동을 전진 이송 이동(F' 로 나타낸다)으로 한다.
- [0073] 펄스 신호 P는, 주축 위상  $0^\circ$  로부터, 이 주축 위상  $0^\circ$  와 대칭점 B1' 를 통과하는 직선이 개시되는 바와 같은 주기를 가지고 있으며, 칼날끝은, 주축 위상  $0^\circ$  의 타이밍에서 주축 위상  $0^\circ$  로부터 변화점 A1로의 전진동작 F' 를 행하고, 주축 위상  $54^\circ$  의 타이밍에서 전진동작 F' 상의 변화점 A1로부터 후진동작 F'' 를 행한다. 이후, 펄스 신호 P에 의해서, 변화점 B의 주축 위상으로부터 변화점 A의 주축 위상까지 가공 방향으로 이동시키는 지령과, 변화점 A의 주축 위상으로부터 변화점 B의 주축 위상까지 반가공 방향으로 이동시키는 지령이 반복된다.
- [0074] 펄스 신호 P의 가공 방향으로 이동시키는 지령에 의한 가공 방향으로의 이동과, 전진 이송 지령에 의한 가공 방향으로의 이동은, 합성하는 것에 의해서 전진 이송 이동으로 되면, 어떠한 이동으로 할 수도 있지만, 전진 이송 지령을, 칼날끝을 실질 이송 라인 G 상으로 이동시키는 전진 이송 지령으로 하는 것에 의해서, 실질 이송 라인 G는 상기 진동을 수반하는 일이 없는 일반적인 절삭 가공시(관용 절삭시)의 이송량 F로 정해지는 라인과 동일하게 되기 때문에, 관용 절삭에, 펄스 신호 P를 더하는 것에 의해, 전진동작 F' 를 얻을 수가 있다.
- [0075] 또한, 실시예 3에서는, 변화점 A1을 이송량 F, 후퇴시의 주축 회전량 R, 1진동 완료시의 주축 회전량 E로부터 정하는 예를 들어 설명했지만, 펄스 신호 P는, 변화점 A1을 이송량 F, 진폭 이송 비율 Q, 진동 횟수 D로부터 정

하는 경우에도 당연히 적용가능하다.

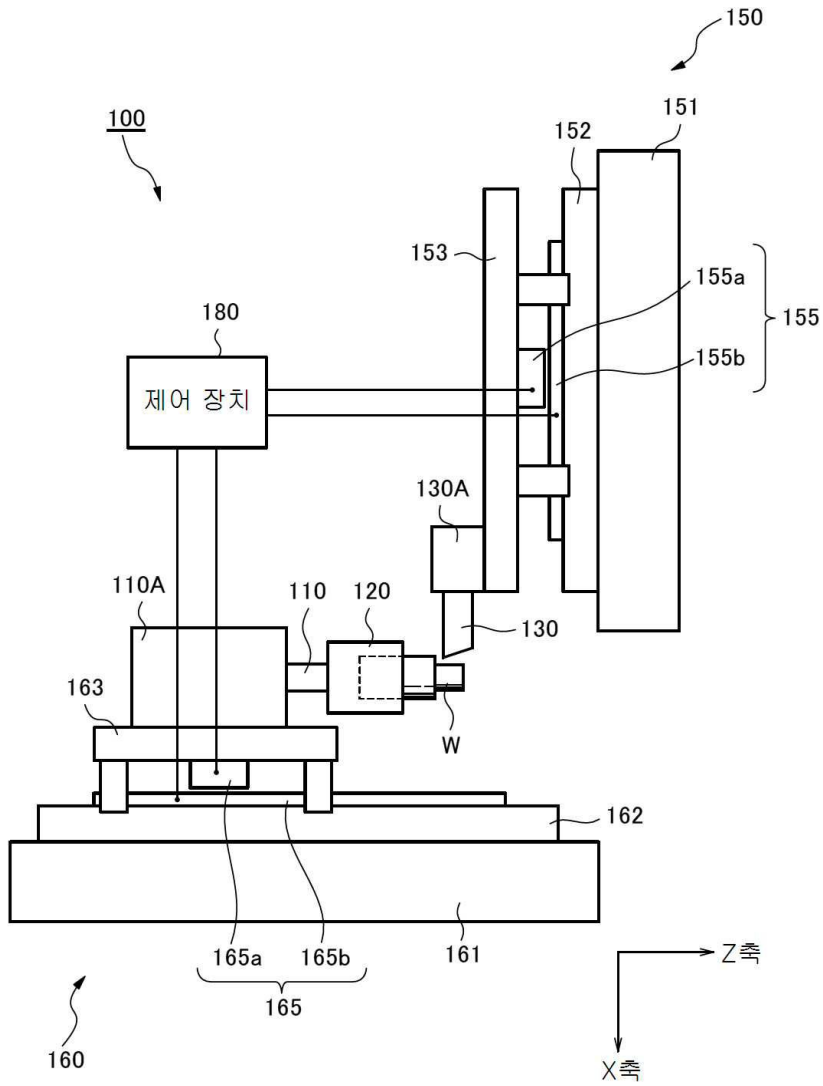
**부호의 설명**

[0076]

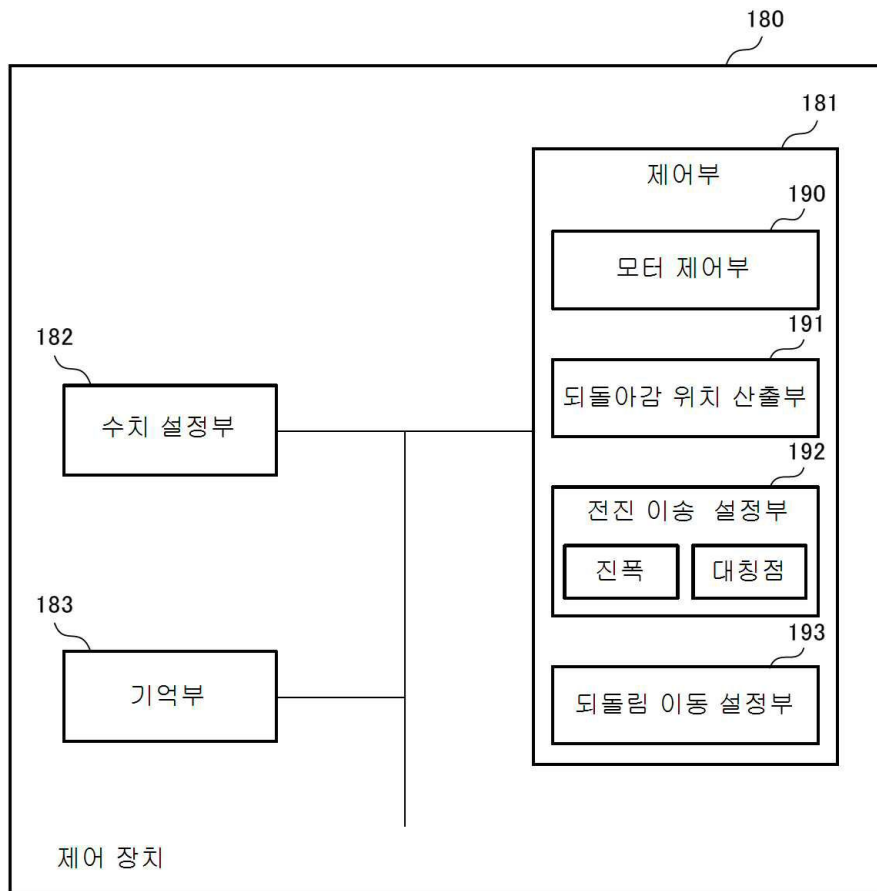
- 100 ... 공작 기계
- 110 ... 주축
- 110A... 주축대
- 120 ... 척
- 130 ... 절삭 공구
- 130A ... 공구대
- 150 ... X축 방향 이송 기구
- 151 ... 베이스
- 152 ... X축 방향 가이드 레일
- 153 ... X축 방향 이송 테이블
- 155 ... 리니어 서보모터
- 155a... 가동자
- 155b... 고정자
- 160 ... Z축 방향 이송 기구
- 161 ... 베이스
- 162 ... Z축 방향 가이드 레일
- 163 ... Z축 방향 이송 테이블
- 165 ... 리니어 서보모터
- 165a ... 가동자
- 165b ... 고정자
- 180 ... 제어 장치
- 181 ... 제어부
- 182 ... 수치 설정부
- 183 ... 기억부
- 190 ... 모터 제어부
- 191 ... 되돌아감 위치 산출부
- 192 ... 전진 이송 설정부
- 193 ... 되돌림 이동 설정부

도면

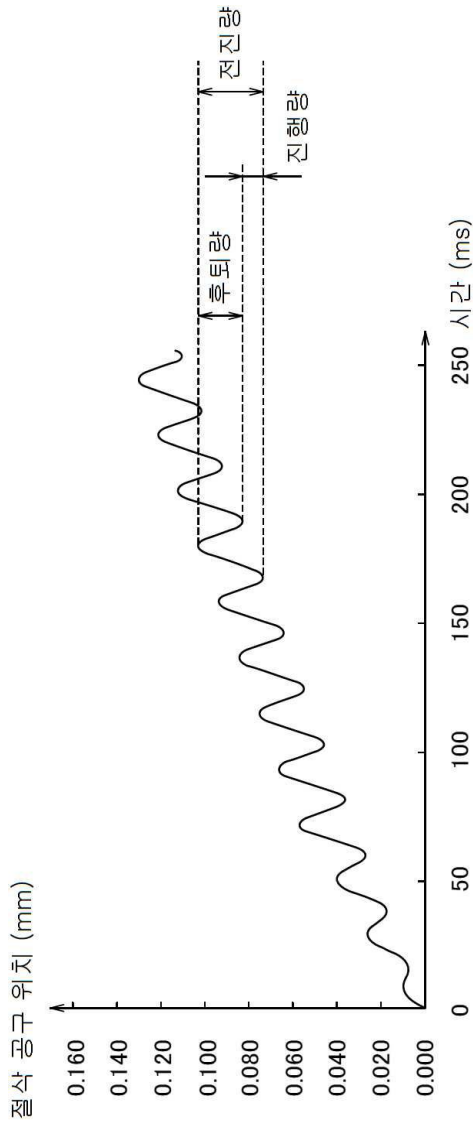
도면1



도면2

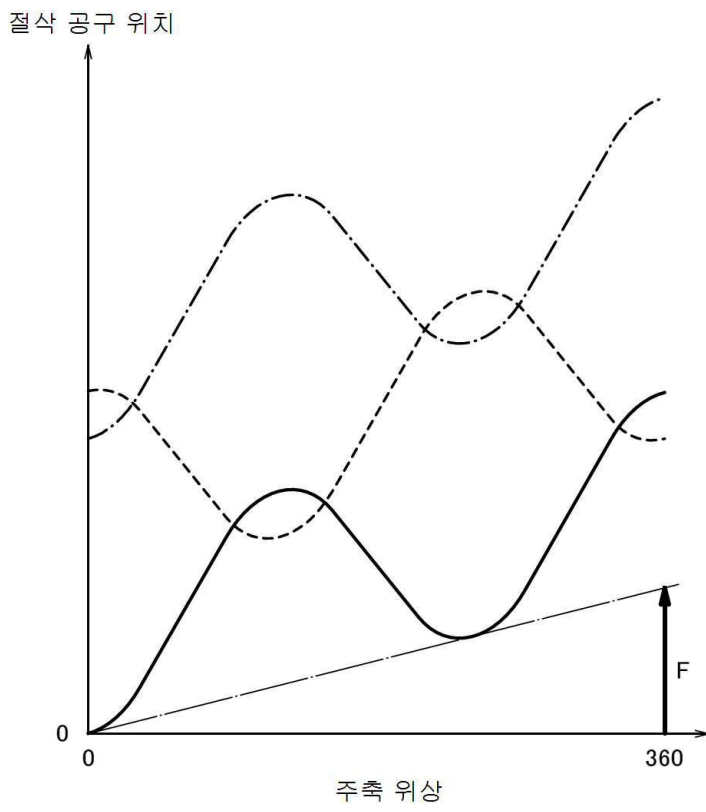


도면3

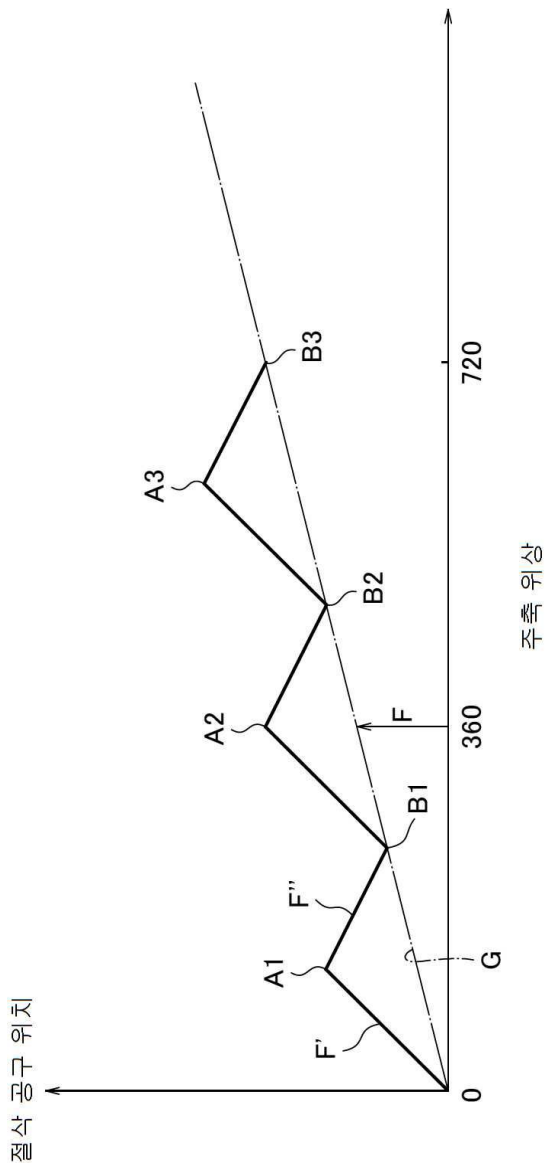




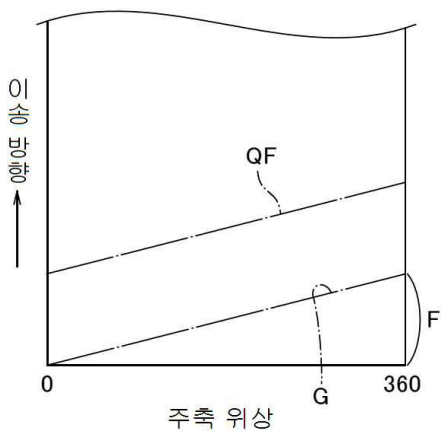
도면4



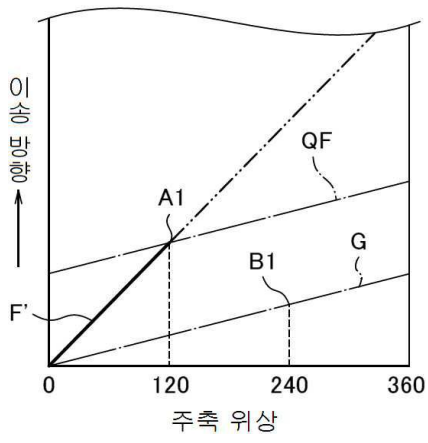
도면5



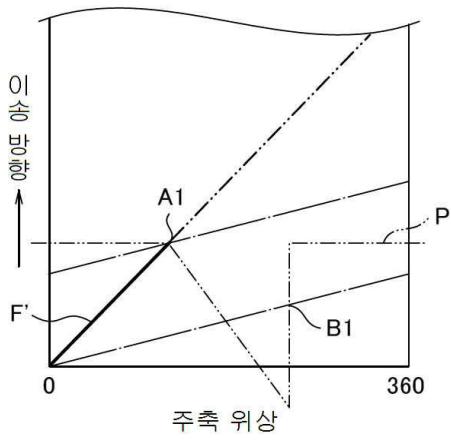
도면6a



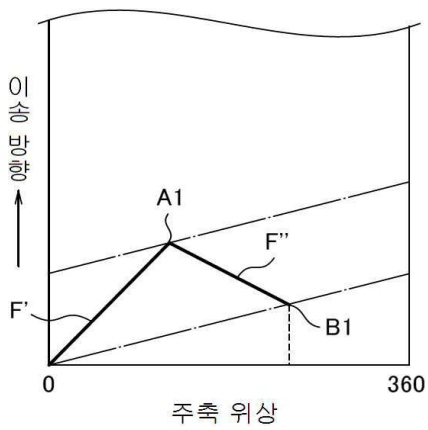
도면6b



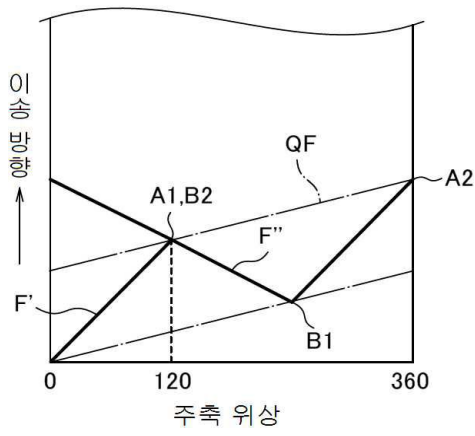
도면6c



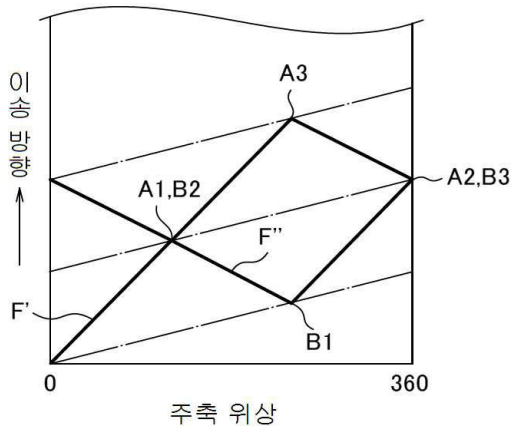
도면6d



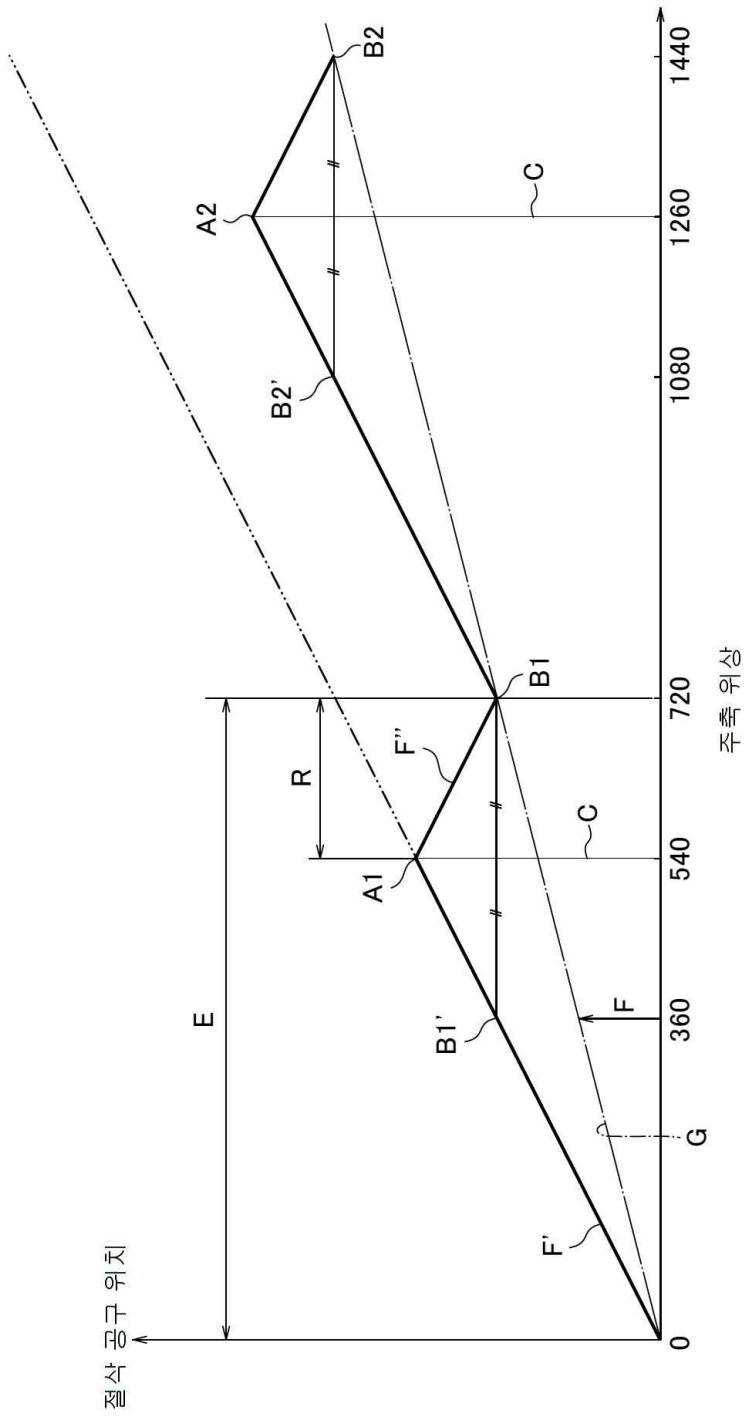
도면7a



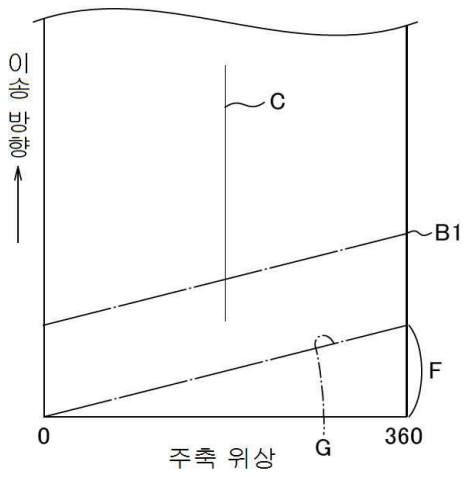
도면7b



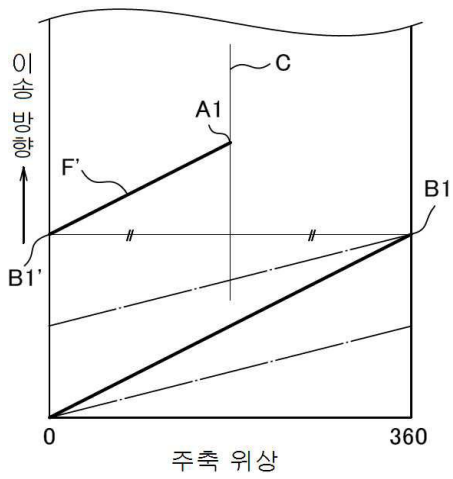
도면8



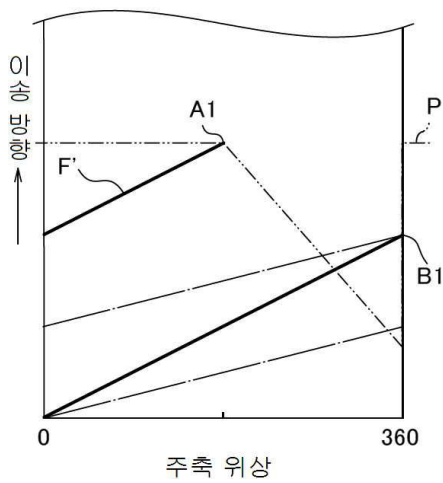
도면9a



도면9b

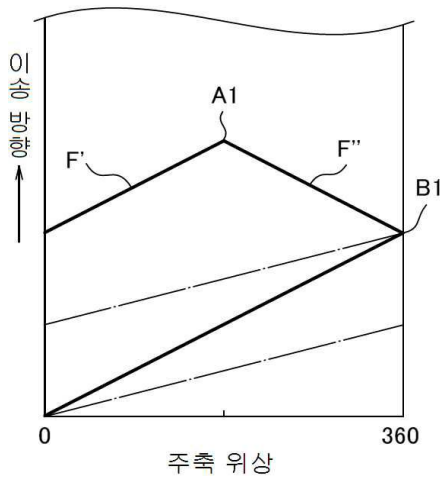


도면9c

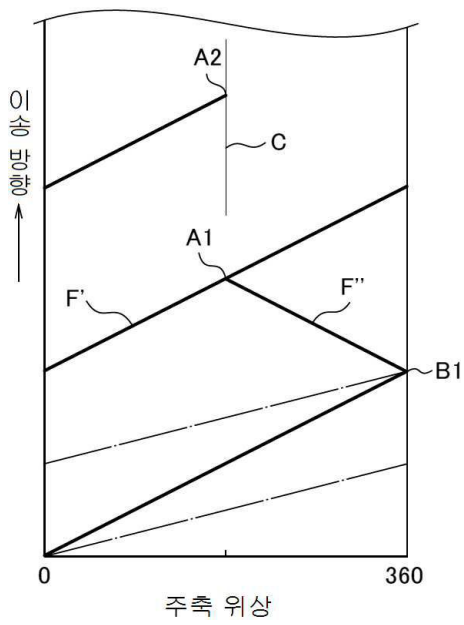




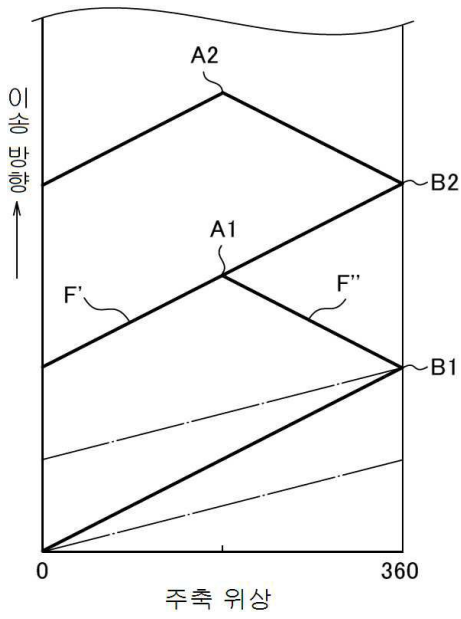
도면9d



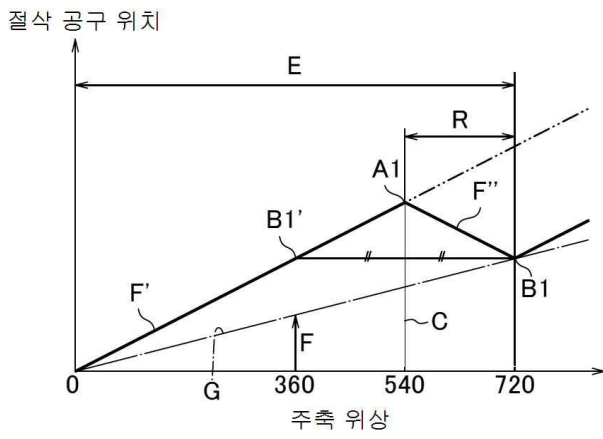
도면10a



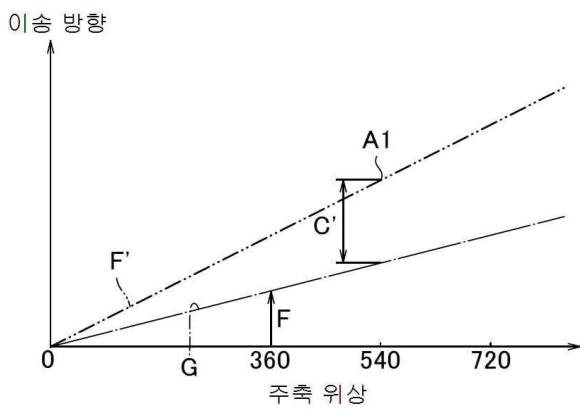
도면10b



도면11a



도면11b



도면11c

