



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

(11) 공개번호 10-2019-0094440  
(43) 공개일자 2019년08월13일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
B23Q 15/013 (2006.01) B23B 1/00 (2006.01)  
G05B 19/4093 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
B23Q 15/013 (2013.01)  
B23B 1/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7020913
- (22) 출원일자(국제) 2017년12월21일  
심사청구일자 2019년08월02일
- (85) 번역문제출일자 2019년07월17일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2017/045855
- (87) 국제공개번호 WO 2018/117203  
국제공개일자 2018년06월28일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2016-249806 2016년12월22일 일본(JP)

- (71) 출원인  
시티즌 도케이 가부시킴가이샤  
일본국 도쿄도 니시도쿄시 다나시쵸 6쵸메 1반 1  
2고
- (72) 발명자  
무라마쓰 마사히로  
일본국 도쿄도 니시도쿄시 다나시쵸 6쵸메 1반 1  
2고 시티즌 도케이 가부시킴가이샤 내  
사카시타 다이스케  
일본국 나가노켄 기타사쿠군 미요타마치 오아자  
미요타 4107반치 6 시티즌 마쉬나리 가부시킴가이  
샤 내  
미소노 하루히코  
일본국 나가노켄 기타사쿠군 미요타마치 오아자  
미요타 4107반치 6 시티즌 마쉬나리 가부시킴가이  
샤 내
- (74) 대리인  
강일우

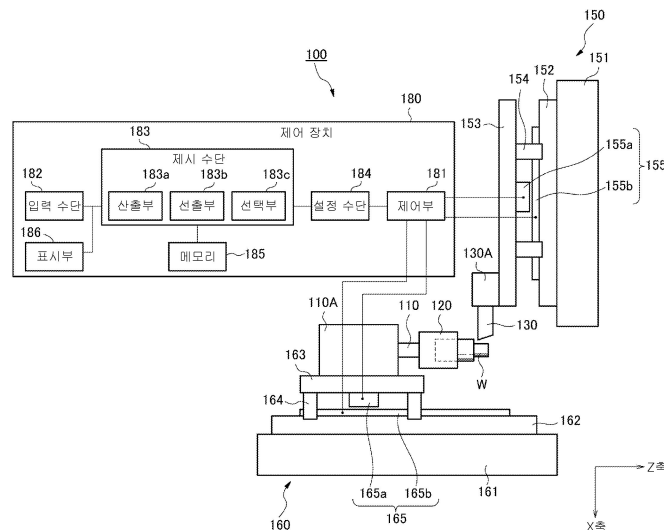
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 공작 기계 및 그의 제어 장치

(57) 요약

입력한 회전수 또는 진동수의 값에 따라, 진동 조건을 유저에게 선택가능하게 하는 공작 기계와 그의 제어 장치를 제공하는 것. 절삭 공구(130)와 워크(W)와의 상대적인 회전수 또는 진동수의 값을 입력하는 입력 수단(182)과, 진동 수단(150), (160)에 지령가능한 주기에 기인하는 진동 주파수와 입력 수단(182)을 거쳐 입력된 회전수 또는 진동수에 기초하여 구해지는 회전수 및 진동수로 이루어지는 각 파라미터의 조합을 선택가능하게 하는 선택 수단(183c)과, 이 선택 수단(183c)에 의해서 선택가능하게 된 조합으로부터 선택된 소정의 조합에 기초한 회전수 및 진동수의 각 파라미터를 제어부(181)에 설정하는 설정 수단(184)을 가지는 공작 기계(100)의 제어 장치(180).

대표도



(52) CPC특허분류  
*G05B 19/4093* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

워크를 절삭 가공하는 절삭 공구와, 상기 절삭 공구와 워크를 상대적으로 회전시키는 회전 수단과, 상기 절삭 공구와 워크를 소정의 가공 이송 방향으로 이송 동작시키는 이송 수단과, 상기 절삭 공구와 워크를 상대적으로 왕복 진동시키는 진동 수단을 구비한 공작 기계에 마련되고,

상기 절삭 공구와 워크와의 상대적인 회전과, 상기 워크에 대한 절삭 공구의 왕복 진동을 수반하는 이송 동작에 의해서, 상기 공작 기계에 워크의 진동 절삭 가공을 실행시키는 제어부를 가지는 공작 기계의 제어 장치로서,

상기 절삭 공구와 워크와의 상대적인 회전수 또는 진동수를 입력하는 입력 수단과, 상기 진동 수단에 지령가능한 주기에 기인하는 진동 주파수와 상기 입력 수단을 거쳐 입력된 상기 회전수 또는 진동수에 기초하여 구해지는 회전수 및 진동수로 이루어지는 각 파라미터의 조합을 선택가능하게 하는 선택 수단과, 이 선택 수단에 의해서 선택가능하게 된 조합으로부터 선택된 소정의 조합에 기초한 상기 회전수 및 진동수의 각 파라미터를 상기 제어부에 설정하는 설정 수단을 가지는 공작 기계의 제어 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 선택 수단이, 구해진 상기 회전수 및 진동수로 이루어지는 각 파라미터의 조합을 선택가능하게 표시시키는 공작 기계의 제어 장치.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 각 파라미터의 조합과, 상기 각 파라미터의 조합에 대응하는 진동 동작을 그래피컬하게 나타내는 그래프가 표시되는 공작 기계의 제어 장치.

#### 청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부가, 상기 진동 주파수에 기초한 복수의 조합으로 이루어지는 조합 테이블을 구비하고,

상기 선택 수단이, 상기 입력 수단을 거쳐 입력된 값과의 차가 작은 조합을 상기 조합 테이블로부터 선택가능하게 하는 공작 기계의 제어 장치.

#### 청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어부가, 상기 선택 수단에 의해서 선택가능하게 된 조합과는 다른 조합을 신규로 선출하는 추가 수단을 가지고,

상기 선택 수단이, 상기 추가 수단에 의해서 선출된 다른 조합을 선택가능하게 하는 공작 기계의 제어 장치.

#### 청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 기재된 제어 장치를 구비하고 있는 공작 기계.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

본 발명은, 공작 기계 및 그의 제어 장치에 관한 것이다.

[0001]

**배경 기술**

- [0002] 종래, 워크(work)를 절삭 가공하는 절삭 공구와, 이 절삭 공구와 워크를 상대적으로 소정의 회전수로 회전시키는 회전 수단과, 절삭 공구와 워크를 상대적으로 왕복 진동시키는 진동 수단을 구비하고 진동 수단의 진동 주파수에 따른 상대 회전 1회전당의 진동수의 진동을 수반하여 절삭 공구와 워크를 소정의 가공 이송 방향으로 이송하면서 워크의 진동 절삭 가공을 행하게 하는 공작 기계가 알려져 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조.).
- [0003] 또, 진동 수단의 진동 주파수는 공작 기계의 제어 장치가 지령가능한 주기에 기초하여 정해지고, 유저(user)가 입력한 진동 조건에 대해서, 공작 기계의 제어 장치에서 사용가능한 진동 조건으로 자동적으로 보정되는 것이 알려져 있다(예를 들면 특허 문헌 2 참조.).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

- [0004] (특허문헌 0001) 일본공개특허공보 특개2001-150201호(특히, 청구항 1, 도 1 참조)
- (특허문헌 0002) 국제 공개 제2015/146946호(특히, 청구항 1, 도 6 참조)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0005] 진동 수단의 진동 주파수는 공작 기계의 제어 장치가 지령가능한 주기에 기초하여 정해지기 때문에, 공작 기계를 선택할 수 있는 진동 조건에 의해서 가공을 행하게 하는 것은 용이하지 않았다.
- [0006] 본 발명은, 전술한 바와 같은 종래 기술의 과제를 해결하는 것으로서, 입력한 회전수 또는 진동수의 값에 따라, 진동 조건을 유저에게 선택가능하게 하는 공작 기계와 그의 제어 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 워크를 절삭 가공하는 절삭 공구와, 그 절삭 공구와 워크를 상대적으로 회전시키는 회전 수단과, 상기 절삭 공구와 워크를 소정의 가공 이송 방향으로 이송 동작시키는 이송 수단과, 상기 절삭 공구와 워크를 상대적으로 왕복 진동시키는 진동 수단을 구비한 공작 기계에 마련되고, 상기 절삭 공구와 워크와의 상대적인 회전과, 상기 워크에 대한 절삭 공구의 왕복 진동을 수반하는 보내 동작에 의해서, 상기 공작 기계에 워크의 진동 절삭 가공을 실행시키는 제어부를 가지는 공작 기계의 제어 장치로서,
- [0008] 상기 절삭 공구와 워크와의 상대적인 회전수 또는 진동수를 입력하는 입력 수단과, 상기 진동 수단에 지령가능한 주기에 기인하는 진동 주파수와 상기 입력 수단을 거쳐 입력된 상기 회전수 또는 진동수에 기초하여 구해지는 회전수 및 진동수로 이루어지는 각 파라미터의 조합을 선택가능하게 하는 선택 수단과, 그 선택 수단에 의해서 선택가능하게 된 조합으로부터 선택된 소정의 조합에 기초한 상기 회전수 및 진동수의 각 파라미터를 상기 제어부에 설정하는 설정 수단을 가지는 것을 첫번째 특징으로 한다.
- [0009] 두번째로, 상기 선택 수단이, 구해진 상기 회전수 및 진동수로 이루어지는 각 파라미터의 조합을 선택가능하게 표시시키는 것을 특징으로 한다.
- [0010] 세번째로, 상기 각 파라미터의 조합과, 그 각 파라미터의 조합에 대응하는 진동 동작을 그래피컬하게 나타내는 그래프가 표시되는 것을 특징으로 한다.
- [0011] 네번째로, 상기 제어부가, 상기 진동 주파수에 기초한 복수의 조합으로 이루어지는 조합 테이블을 구비하고, 상기 선택 수단이, 상기 입력 수단을 거쳐 입력된 값과의 차가 작은 조합을 상기 조합 테이블로부터 선택가능하게 하는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 다섯번째로, 상기 제어부가, 상기 선택 수단에 의해서 선택가능하게 된 조합과는 다른 조합을 신규로 선출하는 추가 수단을 가지고, 상기 선택 수단이, 상기 추가 수단에 의해서 선출된 다른 조합을 선택가능하게 하는 것을 특징으로 한다.

[0013] 여섯번째로, 상술한 제어 장치를 구비한 공작 기계인 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0014] 이상과 같이 구성되는 공작 기계의 제어 장치에 의하면, 공작 기계에 설정가능한 진동 조건의 조합이 선택가능하게 되기 때문에, 유저는 원하는 진동 조건을 용이하게 선택하여 공작 기계에 진동 절삭 가공을 행하게 할 수가 있다.

[0015] 각 파라미터의 조합에 대응하는 진동 동작을 그래피컬하게 그래프에 반영해서 표시하면, 유저가, 입력 수단에서의 입력에 대해서, 절삭 가공을 실행할 때의 진동 동작의 확인을 용이하게 행하는 것이 가능해진다. 예를 들면, 절삭 공구가 워크를 절삭하지 않는 헛돌기{空振, air-cut} 동작 범위를 용이하게 확인할 수가 있다.

[0016] 상기 제어부가, 상기 선택 수단에 의해서 선택가능하게 된 조합과는 다른 조합을 신규로 선출하는 추가 수단을 가지고, 상기 선택 수단이, 상기 추가 수단에 의해서 선출된 다른 조합을 선택가능하게 하는 것에 의해서, 각 파라미터의 조합을, 절삭 가공하는 워크에 따라 용이하게 변경할 수가 있다.

[0017] 선택가능하게 된 진동 조건중에 원하는 진동 조건이 없는 경우이더라도 새로운 진동 조건을 추가가능하기 때문에, 선정하는 진동 조건으로서 더 원하는 진동 조건을 선정할 수가 있다.

[0018] 그리고, 상술한 제어 장치가 가져오는 효과를 가진 공작 기계를 얻을 수가 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시예인 공작 기계의 개략을 도시하는 도면이다.

도 2는 절삭 공구와 워크의 관계를 도시하는 개략도이다.

도 3은 절삭 공구의 왕복 진동 및 위치를 설명하는 도면이다.

도 4는 주축의 n 회전제, n+1 회전제, n+2 회전제의 각 회전시의 칼끝(刃先) 경로의 관계를 도시하는 도면이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 있어서의 진동 조건의 설정 플로차트이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시예에 있어서의 진동 조건의 조합 테이블이다.

도 7a는 원하는 회전수의 값을 입력하는 화면 표시의 도면이다.

도 7b는 선출된 조합을 표시하는 화면 표시의 도면이다.

도 7c는 표시된 조합으로부터 원하는 조합을 선택한 화면 표시의 도면이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시예에 있어서의 진동 조건의 조합 테이블이다.

도 9는 본 발명의 제3 실시예에 있어서의 진동 조건의 설정 플로차트이다.

도 10은 선출된 조합을 표시하는 화면 표시의 도면이다.

도 11은 본 발명의 제4 실시예에 있어서의 원하는 회전수의 값 등을 입력하는 화면 표시의 도면이다.

도 12는 선출된 조합을 표시하는 화면 표시의 도면이다.

도 13은 선출된 조합을 표시하는 화면 표시의 도면이다.

도 14는 선출된 조합을 표시하는 화면 표시의 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0020] <실시예 1>

[0021] 본 발명의 제1 실시예인 공작 기계(100)의 전체 구성에 대해서, 이하에 설명한다.

[0022] 도 1에 도시하는 바와 같이, 본 발명에 관계된 공작 기계(100)는, 주축(110)과, 절삭 공구대(130A)와, 제어 장치(180)를 구비하고 있다.

[0023] 주축(110)의 선단에는, 척(120)이 마련되어 있다.

- [0024] 주축(110)을 워크 보유지지 수단으로 하고, 워크(W)는, 척(120)을 거쳐 주축(110)에 보유지지되어 있다.
- [0025] 주축(110)은, 주축대(110A)에 회전자유롭게 지지되고, 주축 모터의 동력에 의해서 회전 구동된다.
- [0026] 주축 모터는, 예를 들면, 주축대(110A)와 주축(110) 사이에 마련되는 공지의 빌트인 모터로 할 수가 있다.
- [0027] 공작 기계(100)의 베드(bed)에, Z축 방향 이송 기구(160)가 마련되어 있다.
- [0028] Z축 방향 이송 기구(160)는, 베드와 일체적인 베이스(161)와, 베이스(161)에 고정된 Z축 방향 가이드 레일(162)을 구비하고 있다.
- [0029] Z축 방향 가이드 레일(162)에는, Z축 방향 이송 테이블(163)이 Z축 방향 가이드(164)를 거쳐 슬라이드자유롭게 지지되어 있다.
- [0030] Z축 방향 이송 테이블(163)에, 주축대(110A)가 탑재된다.
- [0031] 주축대(110A)는, 주축(110)의 축선 방향이 Z축 방향 가이드 레일(162)의 뺀어나감 방향과 일치하도록 배치되어 있다.
- [0032] 주축대(110A)는, Z축 방향 이송 기구(160)에 의해서 주축(110)의 축선 방향(도시하는 Z축 방향)으로 이동자유롭게 마련되고, 주축(110)은, 주축대(110A)를 거쳐 Z축 방향을 따라 이동할 수 있다.
- [0033] 리니어 서보모터(165)의 가동자(165a)가, Z축 방향 이송 테이블(163)에 마련되어 있다.
- [0034] 리니어 서보모터(165)의 고정자(165b)가, 베이스(161)에 마련되어 있다.
- [0035] Z축 방향 이송 테이블(163)이, 리니어 서보모터(165)의 구동에 의해서 Z축 방향으로 이동하면, 주축대(110A)가 Z축 방향으로 이동하고, 주축(110)이 Z축 방향을 따라 이동한다.
- [0036] 공작 기계(100)의 베드 측에, X축 방향 이송 기구(150)가 마련되어 있다.
- [0037] X축 방향 이송 기구(150)는, 상기 베드측과 일체적인 베이스(151)와, Z축 방향에 대해서 상하 방향으로 직교하는 X축 방향으로 연장하는 X축 방향 가이드 레일(152)를 구비하고 있다.
- [0038] X축 방향 가이드 레일(152)은, 베이스(151)에 고정되고, X축 방향 가이드 레일(152)에는, X축 방향 이송 테이블(153)이 X축 방향 가이드(154)를 거쳐 슬라이드자유롭게 지지되어 있다.
- [0039] X축 방향 이송 테이블(153)에는, 절삭 공구대(130A)가 탑재된다.
- [0040] 절삭 공구대(130A)는, X축 방향 이송 기구(150)에 의해서, X축 방향으로 이동자유롭게 마련되어 있다.
- [0041] 절삭 공구대(130A)는, 워크(W)를 가공하는 바이트 등의 절삭 공구(130)가 장착되고, 절삭 공구(130)를 보유지지하는 칼날대(刀物台)를 구성하고 있다.
- [0042] 리니어 서보모터(155)의 가동자(155a)가, X축 방향 이송 테이블(153)에 마련되어 있다.
- [0043] 리니어 서보모터(155)의 고정자(155b)가, 베이스(151)에 마련되어 있다.
- [0044] X축 방향 이송 테이블(153)이 리니어 서보모터(155)의 구동에 의해서 X축 방향으로 이동하면, 절삭 공구대(130A)가 X축 방향으로 이동하고, 절삭 공구(130)가 X축 방향을 따라 이동한다.
- [0045] 또한, 도시는 생략하지만, 도시하는 Z축 방향 및 X축 방향과 직교하는 Y축 방향에 대한 Y축 방향 이송 기구를 마련해도 좋다.
- [0046] Y축 방향 이송 기구는, X축 방향 이송 기구(150)와 같은 형태의 구조로 할 수가 있다.
- [0047] X축 방향 이송 기구(150)를 Y축 방향 이송 기구를 거쳐 베드에 탑재하는 것에 의해, Y축 방향 이송 테이블을 리니어 서보모터의 구동에 의해서 Y축 방향으로 이동해서, 절삭 공구대(130A)를 Y축 방향으로 이동시키고, 절삭 공구(130)를 X축 방향 및 Y축 방향으로 이동시킬 수가 있다.
- [0048] 또한, Y축 방향 이송 기구를, X축 방향 이송 기구(150)를 거쳐 베드 측에 마련하고, Y축 방향 이송 테이블에 절삭 공구대(130A)를 탑재해도 좋다.
- [0049] 주축(110)의 회전, X축 방향 이송 기구(150)나 Z축 방향 이송 기구(160) 등의 이동은, 제어 장치(180)에 의해 제어된다.

- [0050] X축 방향 이송 기구(150)와 Z축 방향 이송 기구(160)에 의해서, 혹은 Y축 방향 이송 기구를 포함해서 이송 수단이 구성되고, X축 방향 이송 기구(150) 혹은 Y축 방향 이송 기구와 Z축 방향 이송 기구(160)의 협동에 의해, 도 2에 도시하는 바와 같이, 주축대(110A)와 절삭 공구대(130A)를 소정의 위치로 이동시킬 수가 있다.
- [0051] 주축대(110A)와 절삭 공구대(130A)를 소정의 위치로 이동시키는 것에 의해서, 절삭 공구(130)를 주축(110)에 대해서 상대적으로 이동시킴과 동시에, 주축(110)을, 워크(W)와 절삭 공구(130)를 상대적으로 회전시키는 회전 수단으로 해서 구동시키고, 워크(W)를 절삭 공구(130)에 대해서 회전시키는 것에 의해서, 워크(W)를 원하는 형상으로 가공할 수가 있다.
- [0052] 또한, 제1 실시예에 있어서는, 주축대(110A)와 절삭 공구대(130A) 모두가 이동할 수 있는 구성에 대해서 설명했지만, 주축대(110A)를 베드에 고정하고, 절삭 공구대(130A)를 X축 방향, Y축 방향, Z축 방향으로 이동가능한 구조로 해도 좋다.
- [0053] 이 경우, 이송 수단은, 절삭 공구대(130A)를 이동시키는 이송 기구에 의해서 구성된다.
- [0054] 혹은, 절삭 공구대(130A)를 베드에 고정하고, 주축대(110A)를 X축 방향, Y축 방향, Z축 방향으로 이동가능한 구조로 해도 좋다.
- [0055] 이 경우, 이송 수단은, 베드에 마련한 이송 기구에 의해서 구성된다.
- [0056] 또한, 제1 실시예에 있어서는, X축 방향 이송 기구(150)나 Z축 방향 이송 기구(160)에 리니어 서보모터를 이용한 예를 들어 설명했지만, 공지의 볼 나사와 서보모터를 이용해도 좋다.
- [0057] 제1 실시예에 있어서는, 절삭 공구(130)에 대해서 워크(W)를 회전시킨 예로 설명하지만, 절삭 공구(130)에 드릴 등의 회전 공구를 이용하고, 워크(W)에 대해서 절삭 공구(130)를 회전시켜도 좋다.
- [0058] 이 경우, 절삭 공구(130)를 회전시키는 모터가, 본 발명의 회전 수단에 상당한다.
- [0059] 제어 장치(180)의 제어부(181)는, 도 3에 도시하는 바와 같이, 주축대(110A)를 소정의 전진량만큼 전진 이동(포워드동작(往動))시킨 후, 소정의 후퇴량만큼 후퇴 이동(백워드동작(復動))시키는 것에 의해, 워크(W)에 대해서 절삭 공구(130)를 이송 방향을 따른 진동을 수반하여 전진량과 후퇴량과의 차(진행량)만큼 이송 방향으로 이송할 수가 있다.
- [0060] X축 방향 이송 기구(150)와 Z축 방향 이송 기구(160), 혹은 Y축 방향 이송 기구를 포함한 이송 수단에 의해서 진동 수단이 구성되고, 주축대(110A)와 절삭 공구대(130A)를 포워드동작 이동 및 백워드동작 이동시키는 것에 의해, 워크(W)에 대해서 절삭 공구(130)를 진동시킬 수가 있다.
- [0061] 절삭 공구(130)는, 진동 수단을 겸용한 이송 수단에 의해서, 워크(W)에 대해서 이송 방향을 따른 진동을 수반하여 이송되고, 주축(110)의 1회전분, 즉, 주축 위상  $0^{\circ}$  부터  $360^{\circ}$  까지 변화했을 때의 상기 진행량의 합계를 이송량으로 해서, 워크(W)를 절삭 가공한다.
- [0062] 절삭 공구(130)에 의해서, 워크(W)를 소정의 형상으로 외경 절삭 가공하는 경우, 워크 외주면은, 도 4에 도시하는 바와 같이, 절삭 공구(130)에 의해서 정현(正弦, sinusoidally) 곡선모양으로 가공된다.
- [0063] 도 4는, 주축(110)의 1회전당에 있어서의 주축대(110A)의 진동수 N이, 3.5회(진동수  $N=3.5$ )인 예를 도시한다. 파형의 골짜기(谷)를 통과하는 가상선(1점 쇄선)이 이송 직선으로 되고, 이 이송 직선에 있어서의 주축 위상  $360^{\circ}$  의 위치가 워크(W) 1회전당의 이송량에 상당한다.
- [0064] 도 4에서는, 워크 외주면의 상태를 알기 쉽게 설명하기 위해, 그래프의 세로축을 가공 이송 방향에 있어서의 워크(W)에 대한 절삭 공구(130)의 위치, 그래프의 가로축을 워크(W)의 1회전, 즉, 주축 위상  $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$  로 하고, 워크 외주면을 둘레방향을 따라 전개한 워크 외주면의 절삭 공구(130)에 의한 진동 절삭 가공의 절삭 궤적을 도시하고 있다.
- [0065] 절삭 공구(130)로 가공된 주축(110)의 n(n은 1이상의 정수) 회전제에 있어서의 워크 외주면의 절삭 궤적(도 4에 실선으로 나타낸다)과, 주축(110)의 n+1 회전제에 있어서의 워크 외주면의 절삭 궤적(도 4에 파선으로 나타낸다)은, 주축 위상 방향(도 4의 그래프의 가로축 방향)에서 어긋나 있다.
- [0066] 구체적으로는, 도 4에 파선으로 나타낸 워크 외주면 형상의 위상의 골짜기의 가장 얇은 점(바꾸어 말하면, 절삭 공구(130)로부터 본 산(山)의 정점)의 위치가, 도 4에 실선으로 나타낸 워크 외주면 형상의 위상의 골짜기의 가장 얇은 점(바꾸어 말하면, 절삭 공구(130)로부터 본 산의 정점)의 위치에 대해서, 주축 위상 방향(그래프의 가

로축 방향)에서 일치하지 않고 어긋난다.

- [0067] 진동 절삭 가공이 왕복 진동의 포워드동작시에 있어서의 절삭 궤적과 백워드동작시에 있어서의 절삭 궤적이 교차하는 위상 및 진폭을 구비하고 있기 때문에, 절삭 공구(130)에 의한 포워드동작시의 절삭 가공 부분과, 백워드동작시의 절삭 가공 부분이 일부 중복되고, 워크 외주면의 n+1 회전체의 절삭 부분에, n 회전체에 절삭이 끝난 부분이 포함되고, 이 절삭이 끝난 상태로 되어 있는 절삭 궤적을 통과할 때에, 진동 절삭중에 가공 이송 방향에 있어서 절삭 공구(130)가 워크(W)를 절삭 하지 않는 헛돌기 동작이 생긴다.
- [0068] 진동 절삭 가공시에 워크(W)로부터 생기는 절삭부스러기(切削屑)는, 이 헛돌기 동작에 의해서 순차적으로 분단된다.
- [0069] 이 결과, 공작 기계(100)는, 절삭 공구(130)에 의한 가공 이송 방향을 따른 왕복 진동에 의해서 절삭부스러기를 분단하면서, 워크(W)의 진동 절삭 가공을 원활히 행할 수가 있다.
- [0070] 단, 진폭의 크기를 일정하게 유지하여 이송량을 늘린 경우, 워크 외주면의 n+1 회전체의 절삭 부분이 n 회전체의 절삭이 끝난 부분에 포함되는 기간은 감소하고, n+1 회전체의 절삭 부분이 n 회전체의 절삭이 끝난 부분에 도달하지 않는 경우에는, 헛돌기 동작이 생기지 않게 된다.
- [0071] n+1 회전체의 절삭 부분이 n 회전체의 절삭이 끝난 부분에 포함되는 기간은, 이송량과 진동 파형의 진폭에 따라 변화하기 때문에, 헛돌기 동작이 발생하도록, 이송량에 비례해서 진동 파형의 진폭을 설정한다. 구체적으로는, 이송량에 대한 진폭의 비율을 진폭 이송 비율 Q로 해서, 이송량에 진폭 이송 비율 Q를 곱해서 진폭을 설정하고 있다.
- [0072] 도 4에서는, 이번의 포워드동작시의 절삭 가공 부분과 다음번의 백워드동작시의 절삭 가공 부분이 위상의 골짜기의 가장 얇은 점이 일부 중복되는 예를 도시했다.
- [0073] 단, 절삭 공구(130)의 헛돌기 동작은, 예를 들면, 주축(110)의 n+1 회전체에 있어서의 워크 외주면의 절삭 부분에, 주축(110)의 n 회전체에 있어서의 워크 외주면의 절삭이 끝난 부분이 포함되어 있으면 발생한다.
- [0074] 바꾸어 말하면, 워크 외주면의 n+1 회전체(n은 1이상의 정수)에 있어서의 백워드동작시의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이, 워크 외주면의 n 회전체에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적까지 도달하면 좋다.
- [0075] 또한, 주축(110)의 n+1 회전체에 있어서의 워크 외주면의 절삭 부분과, 주축(110)의 n 회전체에 있어서의 워크 외주면의 절삭이 끝난 부분을 근접시키고, 그 근접 부분에서 상기 절삭부스러기를 꺾어지도록 분단시켜도 좋다.
- [0076] 도 4에 도시되는 바와 같이, n+1 회전체와 n 회전체의 워크(W)에 있어서의 절삭 공구(130)에 의해 절삭되는 형상의 위상이 일치(동위상)로 되지 않으면 좋고, 반드시 180° 반전시킬 필요는 없다.
- [0077] 예를 들면, 주축(110)을 1 회전시키는 동안에 워크(W)와 절삭 공구(130)를 왕복 진동시키는 횟수인 진동수 N은, 예를 들면, 1.1이나 1.25, 2.6, 3.75(회/r) 등으로 할 수가 있다.
- [0078] 또, 진동수 N을 1(회/r)보다도 작은 값(0<진동수 N<1.0)으로 설정할 수도 있다.
- [0079] 진동수 N을 1(회/r)보다도 작은 값으로 설정한 경우, 절삭 공구대(130A)가 1왕복할 때까지, 주축(110)은 1회전보다도 많이 회전한다.
- [0080] 공작 기계(100)에 있어서, 제어 장치(180)의 제어부(181)는, 소정의 지령 주기로 동작 지령을 행한다.
- [0081] 이 동작 지령에 의해서, 주축대(110A)(주축(110)) 또는 절삭 공구대(130A)(절삭 공구(130))의 왕복 진동은, 제어부(181)의 지령 주기에 기초하는 소정의 진동 주파수 f로 동작가능해진다.
- [0082] 예를 들면, 제어부(181)에 의해서 1초 동안에 500회의 동작 지령을 보내는 것이 가능한 공작 기계(100)인 경우, 제어부(181)의 지령 주기는, 1(초 동안)÷500(회)=2(ms/회)가 기준 주기로 된다.
- [0083] 지령 주기는, 기준 주기에 기초하여 정해지며, 일반적으로는, 기준 주기의 정수배의 값으로 된다.
- [0084] 예를 들면, 기준 주기(2(ms))의 5배인 10(ms)을 지령 주기로 하면, 10(ms)마다 포워드동작과 백워드동작을 실행시킬 수 있고, 1÷(0.002×5)=100.0(Hz)에서 주축대(110A)(주축(110)) 또는 절삭 공구대(130A)(절삭 공구(130))를 왕복 진동시킬 수가 있다.
- [0085] 그 밖에, 기준 주기의 정수배 값의 역수로 되는 복수의 소정의 한정된 주파수에서만, 주축대(110A)(주축(110)) 또는 절삭 공구대(130A)(절삭 공구(130))를 왕복 진동시킬 수가 있다.



- [0086] 지령 주기에 따른 진동 주파수  $f$ 의 그룹(集)을 진동 주파수  $f$ 군으로 하면, 주축대(110A) 또는 절삭 공구대(130A)의 진동 주파수는, 진동 주파수  $f$ 군으로부터 선택되는 값으로 정해진다.
- [0087] 또한, 제어 장치(180)(제어부(181))에 의해서는, 기준 주기(2(ms))의 정수배 이외의 배수로 지령 주기를 설정할 수 있는 경우도 있다.
- [0088] 주축대(110A)(주축(110)) 또는 절삭 공구대(130A)(절삭 공구(130))를 왕복 진동시키는 경우, 주축(110)의 회전수를  $S$ 로 하면, 진동수  $N$ 은, 다음 식에 의해서 정해진다.
- [0089] 
$$N=f \times 60/S$$
- [0090] 진동수  $N$ 은, 진동 주파수  $f$ 에 비례하고, 회전수  $S$ 에 대해서 반비례한다.
- [0091] 주축(110)은, 진동 주파수  $f$ 를 높게 할수록, 또, 진동수  $N$ 을 작게 할수록 고속 회전으로 된다.
- [0092] 다음에, 본 제1 실시예의 공작 기계(100)에 있어서의 제어 장치(180)의 구체적 구성에 대해서, 이하와 같이 설명한다.
- [0093] 본 실시예의 제어 장치(180)는, 유저에 의해서 원하는 회전수 또는 진동수를 입력할 수 있는 입력 수단(182)과, 입력된 상기 회전수 또는 진동수에 따라 진동 조건을 선출하여 선택가능하게 유저에게 제시하는 제시 수단(183)과, 선택된 진동 조건을 제어부(181)에 설정하는 설정 수단(184)을 구비하고 있다.
- [0094] 입력 수단(182)은, 제시 수단(183)에 연계되는 키보드나 터치 패널 등의 입력 디바이스로 구성되고, 유저의 입력 조작에 의해서 제시 수단(183)에 대해서 상기 회전수 또는 진동수를 입력할 수가 있다.
- [0095] 제시 수단(183)은, 진동 수단에 지령가능한 주기에 기인하는 진동 주파수  $f$ 와 입력된 회전수 또는 진동수에 기초하여, 입력된 회전수 또는 진동수에 가까운 회전수와 진동수를 진동 주파수에 따라 산출하는 산출부(183a), 산출부(183a)에 의해서 산출되는 회전수 및 진동수로 이루어지는 각 파라미터의 조합의 후보를 선출하는 선출부(183b), 선출부(183b)에 의해서 선출된 각 파라미터의 조합의 후보를 유저에 대해서 선택가능하게 되도록 제시하는 선택부(183c)를 가진다. 선택부(183c)가 본 발명의 선택 수단에 상당한다.
- [0096] 예를 들면, 미리 진동 주파수  $f$ 군의 각 진동 주파수  $f$ 와 임의의 진동수  $N$ (또는 회전수  $S$ )에 대한 회전수  $S$ (또는 진동수  $N$ )의 대응 관계를 나타낸 조합 테이블을 기억한 메모리(185)를 제어 장치(180)에 마련하는 것에 의해서, 제시 수단(183)은, 선출부(183b)에 의해서, 메모리(185)에 기억된 조합 테이블로부터, 선출되는 각 파라미터의 조합의 후보를, 입력된 회전수 또는 진동수의 값에 가까운 순번대로 추출할 수가 있다.
- [0097] 조합 테이블은, 제어부(181)에 설정하는 진동수  $N$ 을 복수의 소정값으로 한정하고, 소정의 각 진동 주파수  $f$ 와 한정된 복수의 진동수  $N$ 으로부터 산출되는 회전수  $S$ 와의 조합 수를 유한으로 해도 좋다. 또한, 각 파라미터의 조합의 후보는, 복수 선출해도 좋고, 1개만 선출해도 좋다.
- [0098] 제시 수단(183)에 대해서 디스플레이 등으로 이루어지는 표시부(186)가 연계되고, 제시 수단(183)에 의해 선출된 조합의 후보가 표시부(186)에 표시되도록 구성되어 있다.
- [0099] 설정 수단(184)은, 예를 들면 디스플레이의 터치 패널 등을 구비하고, 표시부(186)에 표시된 조합의 후보를 터치 조작하는 것에 의해서, 유저가 원하는 조합을 선택하고, 선택된 조합을, 진동 주파수  $f$ 를 포함해서 진동 조건의 파라미터로서 제어부(181)에 설정할 수가 있다.
- [0100] 제어부(181)는, 설정 수단(184)에 의해서 설정된 진동 조건에 기초하여 주축(110)이나 진동 수단, 이송 수단을 제어하고, 공작 기계(100)에 워크(W)의 진동 절삭 가공을 실행시킨다.
- [0101] 유저는, 공작 기계(100)를 선택할 수 있는 진동 조건을 용이하게 파악할 수 있고, 유저가 파악해서 선택한 진동 조건에 의해서 용이하게 공작 기계(100)에 가공을 행하게 할 수가 있다.
- [0102] 또한, 유저에 의한 원하는 회전수 또는 진동수의 입력은, 본 발명과 같이 키보드나 터치 패널 등의 입력 디바이스를 사용하는 것 외에, 예를 들면, 회전수  $S$ 나 진동수  $N$ 의 값을 가공 프로그램중에 기재하는 것이나, 소정의 프로그램 블록(프로그램의 1행)에 있어서의 인수(引數)로서 진동수  $N$ 을 설정할 수도 있다.
- [0103] 진동수  $N$ 을 가공 프로그램의 프로그램 블록에 인수로서 설정하는 구성의 경우, 일반적으로 가공 프로그램 상에 기재되어 있는 주축(110)의 회전수  $S$ 와 프로그램 블록의 실행에 의해서 인수로서 호출된 진동수  $N$ 이, 제시 수단(183)에 입력된다.

- [0104] 또한, 제시 수단(183)(산출부(183a))이, 회전수와 진동수를, 진동 주파수  $f$ 와 입력된 회전수 또는 진동수에 기초하여 산출하는 예로 설명했다. 그러나, 본 발명은 이 예에 한정되지 않는다. 예를 들면, 회전수나 진동수를 소정의 테이블로부터 구하는 바와 같은, 계산을 수반하지 않는 경우에도 적용할 수 있다. 또, 선택부(183c)는, 조합의 후보를 표시부(186)에 표시시켜도 좋고, 조합의 후보를 예를 들면 음성으로 유저에게 전해도 좋다.
- [0105] 제1 실시예에 있어서의 제어 장치(180)에 의한 진동 조건의 설정 플로차트의 1예를 도 5에 도시한다.
- [0106] 또한, 제1 실시예에 있어서는, 제어 장치(180)에는, 상기 조합 테이블을 기억한 메모리(185)가 미리 마련되어 있다.
- [0107] 제시 수단(183)은, 입력 수단(182)을 거쳐 유저에 의해서 회전수 또는 진동수가 입력되었는지 여부를 판정한다(STEP101).
- [0108] 제시 수단(183)은, 회전수 또는 진동수가 입력되면(STEP101 : 판정 YES), 입력된 회전수 또는 진동수를, 조합을 선출하기 위한 목표값으로 설정한다(STEP102).
- [0109] 예를 들면, 회전수가 입력되면, 입력된 회전수를 목표 회전수  $S_u$ 로서 설정하고, 진동수가 입력되면, 입력된 진동수를 목표 진동수  $N_u$ 로서 설정하고, 설정된 목표 회전수  $S_u$  또는 목표 진동수  $N_u$ 를 메모리(185)에 기억시킨다.
- [0110] 제시 수단(183)은, 목표 회전수  $S_u$  또는 목표 진동수  $N_u$ 에 가까운 진동 조건의 조합의 후보를 선출한다(STEP103).
- [0111] 예를 들면, 목표 회전수  $S_u$ 에 기초하여 조합의 후보를 선출하는 경우, 제시 수단(183)은, STEP101에서 메모리(185)에 기억된 목표 회전수  $S_u$ 와 조합 테이블에 있어서의 각 조합의 회전수를 비교하고, 목표 회전수  $S_u$ 에 가까운 조합을 선택 후보로서 추출한다.
- [0112] 구체적으로는, 제시 수단(183)은, 목표 회전수  $S_u$ 와 각 조합의 회전수의 차를 산출하고, 차가 작은 순으로 조합을 선택 후보로서 추출한다.
- [0113] 다음에, 제시 수단(183)은, 선출된 조합을 공장 기계(100)가 동작가능한 진동 조건의 선택 후보로서, 표시부(186)를 거쳐 유저에게 표시한다(STEP104).
- [0114] 제시하는 조합의 후보가 복수인 경우, 복수의 조합의 후보로부터 진동 조건으로서 1개를 선택할 수 있게 되도록, 각 조합의 후보를 표시부(186)에 표시하고, 유저의 선택 후, 선택한 조합을 진동 조건으로서 결정 또는 각하할 수 있도록 결정 버튼 및 각하 버튼을 표시부(186)에 표시할 수가 있다.
- [0115] 결정 버튼이 실행되는 것에 의해서, 선택된 조합을, 진동 주파수  $f$ 를 포함해서 진동 조건의 파라미터로서 제어부(181)에 설정하도록 구성할 수가 있다.
- [0116] 복수의 조합의 후보를 표시할 때, 예를 들면, 목표 회전수  $S_u$  또는 목표 진동수  $N_u$ 의 값에 가까운 순으로 분류하여 표시하는 것에 의해서, 각 조합의 비교를 용이하게 행할 수 있도록 해도 좋다.
- [0117] 제시되는 조합의 후보가 1개인 경우는, 제시한 조합을 진동 조건으로서 결정 또는 각하할 수 있도록 2가지 선택 지로서 결정 버튼 및 각하 버튼을 표시부(186)에 표시할 수가 있다.
- [0118] 다음에, 유저에 의한 입력이 조합의 선택인지 각하인지를 판정한다(STEP105).
- [0119] 유저에 의한 결정 또는 각하의 조작은, 디스플레이의 터치 패널 등 외에, 입력 수단(182)을 거쳐 입력할 수 있도록 구성할 수가 있다.
- [0120] 제시한 조합의 후보가 각하였던 경우(도 5의 STEP105에 있어서의 판정 NO), 제시 수단(183)은 표시부(186)의 조합 표시를 소거하여, 원하는 회전수 또는 진동수를 입력하는 표시로 전환하고, 입력 수단(182)을 거쳐 유저가 입력할 수 있도록 제어한다.
- [0121] 제시한 조합의 후보로부터 선택된 조합으로 결정된 경우(STEP105에 있어서의 판정 YES), 설정 수단(184)은, 결정된 조합의 회전수를 회전수  $S$ , 진동수를 진동수  $N$ , 진동 주파수를 진동 주파수  $f$ 로 해서 진동 조건의 각 파라미터를 제어부(181)에 설정한다(STEP106).
- [0122] 설정된 각 파라미터는, 진동 조건의 선택 이력으로서 메모리(185)에 기억할 수가 있다.
- [0123] 제어부(181)는, 설정 수단(184)에 의해서 설정된 각 파라미터를 진동 조건으로 해서 주축(110) 및 절삭 공구

(130)를 동작시키고, 워크(W)의 진동 절삭 가공을 행한다.

- [0124] 이와 같이, 유저가 입력한 원하는 회전수 또는 진동수에 따라, 공작 기계(100)가 동작가능한 진동 조건의 조합의 후보로부터 선택할 수 있기 때문에, 유저는 원하는 진동 조건에 가까운 조건을 선택하고, 또한 진동 조건을 파악해서 워크(W)의 진동 절삭 가공을 행할 수가 있다.
- [0125] 예를 들면, 진동 주파수 f군이, 25.0, 26.3, 27.8, ..., 71.4, 83.3, 100.0(Hz)인 공작 기계에 대해서, 선택가능한 진동수 N을 1.5, 2.5, 3.5, 4.5만으로 하는 경우, 도 6에 도시하는 진동 주파수 f군의 각 진동 주파수 f와 선택가능한 진동수 N으로부터 산출되는 회전수의 대응표가, 조합의 후보를 선출할 때에 사용하는 조합 테이블로서 메모리(185)에 기억된다.
- [0126] 도 7a에 도시하는 바와 같이, 표시부(186)에 원하는 회전수의 입력창이 표시되고, 유저의 입력 조작에 의해서 입력 수단(182)에 회전수=1500(r/min)이 입력된 경우, 제시 수단(183)은 목표 회전수 Su를 1500으로 설정한다.
- [0127] 다음에, 제시 수단(183)은, 목표 회전수 Su=1500(r/min)과, 조합 테이블의 각 회전수와와의 차를 산출하고, 차가 적은 조합, 다시 말해 목표 회전수 Su=1500에 가까운 조합을 유저에 의한 선택가능한 진동 조건의 조합의 후보로서 선출한다.
- [0128] 제시하는 조합을 목표 회전수 Su에 가까운 순으로 3개를 선택하는 구성으로 하는 경우, 입력된 회전수에 가까운 순으로 1500, 1538, 1429가 선택되고, 각 회전수에 대응해서, S=1500, N=2.5, f=62.5와, S=1538, N=1.5, f=38.5와, S=1429, N=3.5, f=83.3의 3개의 조합이 선택 후보로서 선출된다.
- [0129] 다음에, 도 7b에 도시하는 바와 같이, 각 조합의 후보가 표시부(186)에 선택 버튼(187)과 결정 버튼(188), 각하 버튼(189)과 함께 제시된다.
- [0130] 예를 들면, 도 7c에 도시하는 바와 같이, 유저에 의해 회전수 S가 1500(r/min)인 조합의 선택 버튼(187)이 선택되고, 결정 버튼(188)이 선택되면, 설정 수단(184)은, 제어부(181)에 대해서 회전수 S=1500(r/min), 진동수 N=2.5(회/r), 진동 주파수 f=62.5(Hz)로 설정한다.
- [0131] 제어부(181)는, 설정된 진동 조건에 기초하여 주축(110)의 회전과 절삭 공구(130)의 왕복 진동을 제어하고, 워크(W)의 진동 절삭 가공을 행한다.
- [0132] 이와 같이, 실제로 공작 기계(100)에 설정가능한 진동 조건중, 유저가 입력한 원하는 회전수에 가까운 진동 조건을 선택할 수 있기 때문에, 설정되는 진동 조건을 파악하고, 원하는 진동 절삭 가공을 행할 수가 있다.
- [0133] 특히, 진동수 N이 정수+0.5로 되는 값으로 한정된 조합 테이블을 이용하는 것에 의해, 워크 외주면에 발생하는 절삭 궤적의 위상이 주축(110)의 회전시마다 180° 반전하기 때문에, 유저는 원하는 회전수에 가까운 회전수를 가지는 진동 조건을 선택하고, 또한, 절삭부스러기를 확실히 분단할 수가 있다.
- [0134] <실시예 2>
- [0135] 본 발명의 제2 실시예는, 제1 실시예에 있어서의 제어 장치(180)에 별도의 진동 조건의 조합 테이블을 사용한 것으로서, 그 밖의 구성에 대해서는 제1 실시예와 공통되므로, 공통되는 사항에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0136] 그래서, 본 제2 실시예에 대해서 상세하게 설명하면, 전술한 제1 실시예에 있어서의 STEP102의 조합의 후보를 선출할 때, 설정 수단(184)이, 입력 수단(182)을 거쳐 입력된 원하는 회전수를 확정값인 목표 회전수 Su로 설정하고, 목표 회전수 Su와 각 진동 주파수 f로부터 산출되는 진동수의 값에 기초하여, 선택 후보로 되는 조합을 선출하는 것이다.
- [0137] 예를 들면, 진동 주파수 f군이 25.0, 26.3, 27.8, ..., 71.4, 83.3, 100.0(Hz)인 공작 기계(100)에 대해서, 입력 수단(182)에 의해 회전수의 값으로서 1500이 입력된 경우, 목표 회전수 Su에 1500(r/min)이 설정된다.
- [0138] 다음에, 도 8에 도시하는 바와 같이 각 진동 주파수 f에 대해, 목표 회전수 Su=1500(r/min)에 있어서의 진동수가 산출된다.
- [0139] 제시 수단(183)이 산출된 진동수에 대해서 정수+0.5에 가까운 값을 추출하도록 구성되어 있는 경우, 산출된 진동수의 소수점 이하의 값과 정수+0.5와의 차를 비교하고, 차가 작아지는 조합을 유저에 의한 선택가능한 진동 조건의 후보로서 선출한다.
- [0140] 예를 들면, 제시하는 조합의 후보가 산출된 진동수의 소수점 이하의 값과 정수+0.5와의 차가 작아지는 순으로 3개를 선출하는 경우, 제시 수단(183)은, 차의 값이 작은 순으로 0.00, 0.04, 0.07을 선출하고, 선출한 차가 작

은 값으로 되는 조합으로서, S=1500, N=2.5, f=62.5, S=1500, N=1.54, f=38.5, S=1500, N=1.43, f=35.7을 후보로 한다.

- [0141] 이것에 의해, 유저에 의해 입력된 원하는 회전수를 목표 회전수 Su로 고정하고, 이 목표 회전수 Su를 기초로 해서 선출된 조합의 후보로부터 유저가 원하는 진동 조건을 설정하여 진동 절삭 가공을 행할 수가 있다.
- [0142] 또, 입력 수단(182)에 의해서 유저가 입력하는 값을 회전수 대신에 진동수로 하고, 입력된 원하는 진동수를 목표 진동수 Nu로 고정하고, 목표 진동수 Nu와 진동 주파수 f군의 각 진동 주파수 f로부터 산출되는 회전수를 조합의 후보로 해도 좋다.
- [0143] 조합의 후보를 제시할 때, 회전수의 값이 큰 순으로 후보를 선출하는 것 외에, 진동 주파수 f가 가장 높은 값, 중간값, 최저값의 3개를 후보로서 선출할 수도 있다.
- [0144] 또, 산출된 조합중에서, 회전수의 값이 미리 정해진 설정 범위내에 있는 것을 후보로서 선출할 수도 있다.
- [0145] <실시예 3>
- [0146] 본 발명의 제3 실시예는, 제1 실시예에 있어서의 제어 장치(180)에 별도의 진동 조건의 설정 플로차트를 사용한 것으로서, 그 밖의 구성에 대해서는 제1 실시예와 공통되므로, 공통되는 사항에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0147] 그래서, 본 제3 실시예에 대해서 상세하게 설명하면, 전술한 제어부(181)가, 표시부(186)에 제시된 조합의 후보와는 다른 조합 후보를 유저의 지시에 의해서 새롭게 선출한 후, 표시부(186)에 제시하는 조합의 후보를 신규로 선출하는 추가 수단을 가지는 것이다.
- [0148] 예를 들면, 추가 수단은, 제시 수단(183)에 의해서 선출된 조합의 후보를 표시부(186)에 표시할 때, 표시부(186)에 다른 조합을 추가하는 추가 버튼을 표시시키고, 입력 수단(182)에 추가 버튼의 선택 유무에 대해서 판단시키도록 제어하고 있다.
- [0149] 제3 실시예에 있어서의 진동 조건의 설정 플로차트의 1예를 도 9에 도시한다.
- [0150] 도 9에 있어서, STEP301~STEP306은 제1 실시예의 STEP101~STEP106과 마찬가지로 처리이기 때문에, 설명을 생략한다.
- [0151] STEP304에 의한 조합의 후보를 제시할 때, 도 10에 도시하는 바와 같이, 다른 조합의 후보를 추가가능하게 하는 추가 버튼(190)을 제시하고, 추가 버튼(190)이 선택되었는지 여부를 확인한다(도 9의 STEP307).
- [0152] 추가 버튼(190)이 선택된 경우(판정 YES), 제시 수단(183)은, 이미 제시하고 있는 조합의 후보와는 다른 조합의 후보를 조합 테이블로부터 선출한다(STEP308).
- [0153] 추가되는 조합의 후보는, STEP303에 의해서 추출된 조합 테이블에 있어서의 목표 회전수 Su 또는 목표 진동수 Nu에 가까운 조합중, 이미 제시한 조합의 다음에 가까운(오차가 작은) 조합이 선택된다.
- [0154] 예를 들면, 가까운 순으로 3개의 조합의 후보를 제시하는 구성으로 되어 있던 경우, 추가 버튼을 선택하는 횟수에 따라, 가까운 조합부터 4번째, 5번째, 6번째, ...과 같이, 순서대로 추가 제시한다.
- [0155] STEP308에서 선출된 조합의 후보는, STEP304에 의해서 표시부(186)에 추가 표시된다.
- [0156] 이것에 의해, 다른 조합의 후보를 추가하는 것에 의해서, 유저에 의한 선택의 후보를 증가시켜, 진동 조건의 선택 자유도를 높일 수가 있다.
- [0157] 또, 제시 수단(183)은, 표시부(186)에 표시하는 구성, 음성에 의해서 입출력하는 구성, 이들을 조합한 구성으로 할 수도 있다.
- [0158] <실시예 4>
- [0159] 본 발명의 제4 실시예는, 제1 실시예에 있어서의 제어 장치(180)에 별도의 표시 내용을 사용한 것으로서, 그 밖의 구성에 대해서는 제1 실시예와 공통되므로, 공통되는 사항에 대해서는 설명을 생략한다.
- [0160] 그래서, 본 제4 실시예에 대해서 상세하게 설명하면, 도 11에 도시하는 바와 같이, 표시부(186)에, 원하는 회전수 S, 진폭 이송 비율 Q, 진동수 N, 절삭 이송, 재료 지름의 입력란(191)이 표시되고, 유저가 회전수 S, 진폭 이송 비율 Q, 진동수 N, 절삭 이송, 재료 지름을 입력할 수가 있다. 도 11의 경우, 절삭 이송 =0.03(mm/r), 재료 지름=10(mm)이 설정 입력되어 있다. 절삭 이송이, 워크(W) 1회전당의 이송량에 상당한다. 진폭 이송 비율 Q

와 진동수 N을 입력란(191)에서 설정하지 않는 경우는, 미리 정해지는 디폴트값으로 할 수가 있다. 예를 들면, 진폭 이송 비율 Q의 디폴트값을 1.5, 디폴트값으로서 선택가능한 진동수 N을 1.5, 2.5, 3.5, 4.5(회/r)로 할 수가 있다. 입력란(191)에서 회전수 S=1500(r/min)을 설정 입력하는 것에 의해서, 제시 수단(183)은 목표 회전수 Su를 1500으로 설정한다.

- [0161] 제시 수단(183)이, 제시하는 조합을 목표 회전수 Su에 가까운 순으로 3개를 선택하는 구성으로 하는 경우, 입력된 회전수에 가까운 순으로 1500, 1538, 1429가 선택된다.
- [0162] 회전수 S=1500, 진동수 N=2.5, 주파수 f=62.5로 한 제1 후보가, 도 12에 도시하는 바와 같이, 표시부(186)에, 표시란(192) 및 그래프란(193)이나, 다음으로 버튼(187a), 결정 버튼(188)이 나타난다. 표시란(192)에는, 회전수, 진동수, 주파수 등의 각 파라미터의 조합이 나타난다.
- [0163] 그래프란(193)에는, 절삭 공구 위치와 주축 위상을 각각 가로세로 축으로 한 2차원의 진동 동작이 그래피컬하게 나타내어진다. 주축(110)의 1 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이 실선으로 나타내어지고, 주축(110)의 2 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이 파선으로 나타내어진다. 1점 쇄선은 절삭 이송을 나타내고, 2점 쇄선은 최대 실제이송을 나타낸다. 최대 실제이송은, 설정한 절삭 이송, 진폭 이송 비율 Q, 진동수 N으로부터 구해지고, 주축 위상 0° 와 주축(110)의 1 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 포워드동작의 중점(백워드동작의 시점)을 지나는 직선이고, 이 그래프로부터, 절삭 공구(130)가, 설정한 절삭 이송(1점 쇄선)보다도 큰 최대 실제이송으로 동작하는 것을 알 수 있다. 또, 이 그래프로부터, 주축 위상 72° , 216° , 360° 부근에서, 헛돌기 동작이 생기는 것을 알 수 있다.
- [0164] 유저가 다음으로 버튼(187a)을 선택한 경우, 회전수 S=1538, 진동수 N=1.5, 주파수 f=38.5로 한 제2 후보가 표시부(186)에 나타난다. 자세하게는, 도 13에 도시하는 바와 같이, 표시부(186)에, 표시란(192) 및 그래프란(193)이나, 다음으로 버튼(187a), 되돌아가기 버튼(187b), 결정 버튼(188)이 나타난다.
- [0165] 그래프란(193)에는, 2차원의 진동 동작이 그래피컬하게 나타내어진다. 도 12와 마찬가지로, 주축(110)의 1 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이 실선으로 나타내어지고, 주축(110)의 2 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이 파선으로 나타내어져 있고, 주축 위상 120° , 360° 부근에서, 헛돌기 동작이 생기는 것을 알 수 있다.
- [0166] 유저가 되돌아가기 버튼(187b)을 선택하면, 도 12에서 설명한 표시부(186)가 나타난다. 한편, 유저가 도 13의 표시부(186)에서 다음으로 버튼(187a)을 선택한 경우, 회전수 S=1429, 진동수 N=3.5, 주파수 f=83.3으로 한 제3 후보가 표시부(186)에 나타난다. 자세하게는, 도 14에 도시하는 바와 같이, 표시부(186)에, 표시란(192) 및 그래프란(193)이나, 되돌아가기 버튼(187b), 결정 버튼(188)이 나타난다.
- [0167] 그래프란(193)에는, 2차원의 진동 동작이 그래피컬하게 나타내어지고, 도 12, 도 13과 마찬가지로, 주축(110)의 1 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이 실선으로 나타내어지고, 주축(110)의 2 회전째에 있어서의 절삭 공구(130)의 절삭 궤적이 파선으로 나타내어진다. 이 그래프로부터, 주축 위상 51.4° , 154.2° , 257° , 360° 부근에서, 헛돌기 동작이 생기는 것을 알 수 있다.
- [0168] 도 12, 도 13, 도 14의 순으로 그래프를 보아 온 유저가, 예를 들면, 제1 후보(S=1500, N=2.5, f=62.5)를 선택하고 싶다고 판단한 경우에는, 도 14의 표시부(186)에서 되돌아가기 버튼(187b)을 선택하면, 도 13의 표시부(186)가 나타난다. 또 도 13의 표시부(186)에서 되돌아가기 버튼(187b)을 선택하면, 도 12의 표시부(186)가 나타난다.
- [0169] 그리고, 도 12의 표시부(186)에서 유저가 결정 버튼(188)을 선택하면, 설정 수단(184)은, 제어부(181)에 대해서 회전수 S=1500(r/min), 진동수 N=2.5(회/r), 진동 주파수 f=62.5(Hz)로 설정한다.
- [0170] 또한, 실시예 4에도, 실시예 3에서 설명한 추가 수단을 적용하고, 표시부(186)에 나타난 3개의 조합의 후보와는 다른 조합의 후보를 새롭게 선출가능하게 해도 좋다.

**부호의 설명**

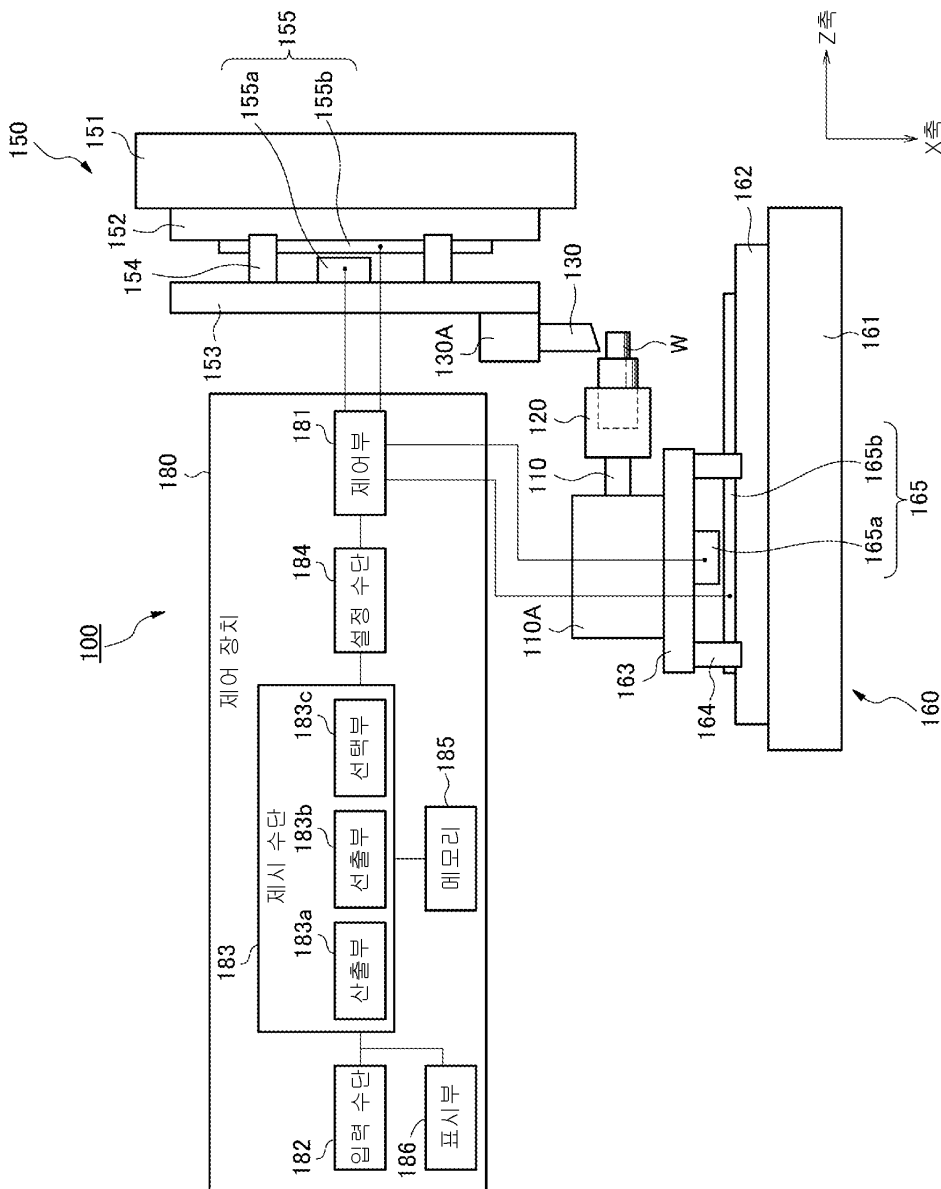
- [0171] 100...공작 기계
- 110...주축(회전 수단)
- 110A...주축대

- 120...척(워크 보유지지 수단)
- 130...절삭 공구
- 130A...절삭 공구대
- 150...X축 방향 이송 기구(이송 수단, 진동 수단)
- 151...베이스
- 152...X축 방향 가이드 레일
- 153...X축 방향 이송 테이블
- 154...X축 방향 가이드
- 155...리니어 서보모터
- 155a...가동자
- 155b...고정자
- 160...Z축 방향 이송 기구(이송 수단, 진동 수단)
- 161...베이스
- 162...Z축 방향 가이드 레일
- 163...Z축 방향 이송 테이블
- 164...Z축 방향 가이드
- 165...리니어 서보모터
- 165a...가동자
- 165b...고정자
- 180...제어 장치
- 181...제어부(절삭 제어 수단)
- 182...입력 수단
- 183...제시 수단
- 183a...산출부
- 183b...선출부
- 183c...선택부
- 184...설정 수단
- 185...메모리
- 186...표시부
- 187...선택 버튼
- 187a...다음으로 버튼
- 187b...되돌아가기 버튼
- 188...결정 버튼
- 189...각하 버튼
- 190...추가 버튼
- 191...입력란

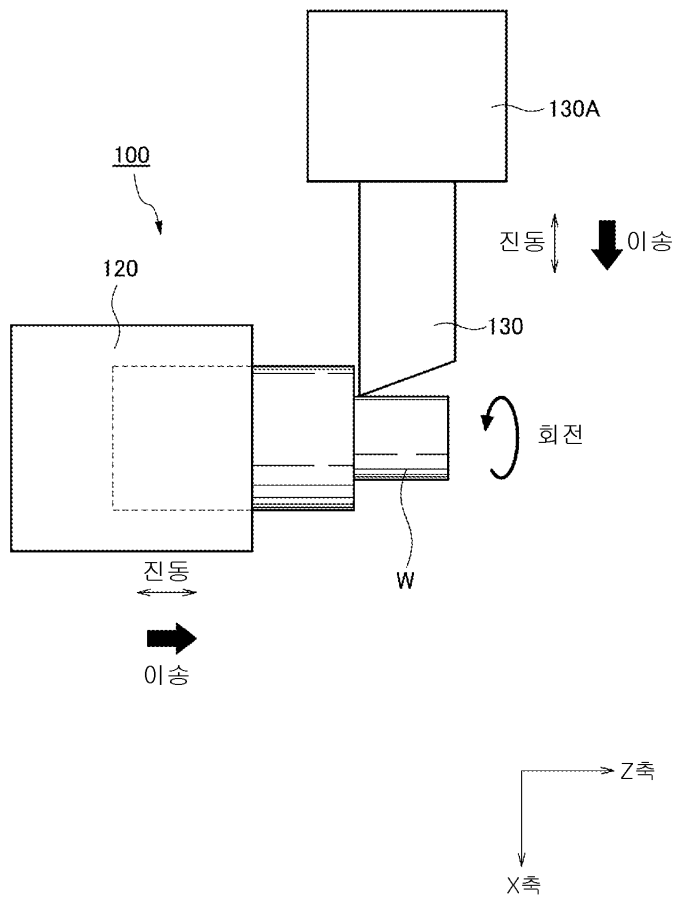
- 192...표시란
- 193...그래프란
- f...진동 주파수
- N...진동수
- S...회전수
- W...워크

도면

도면1

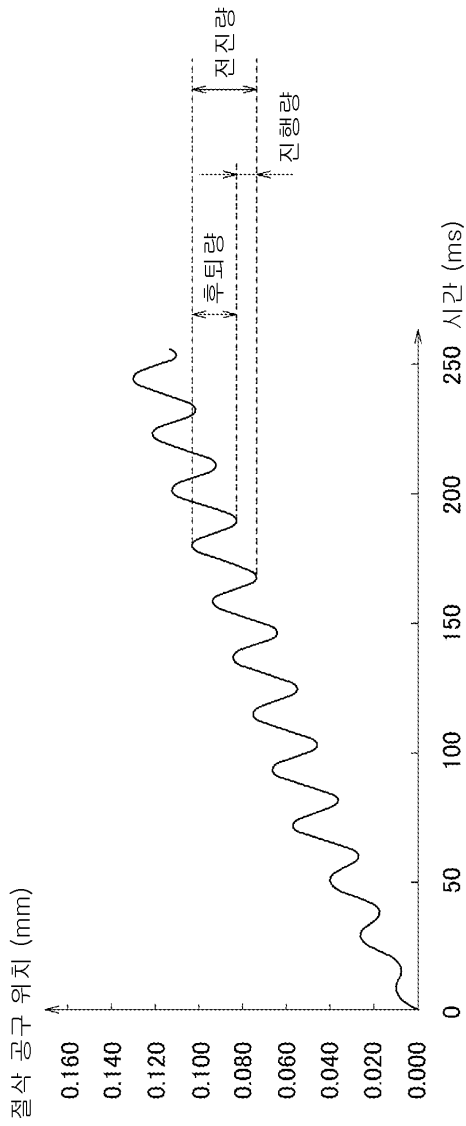


도면2

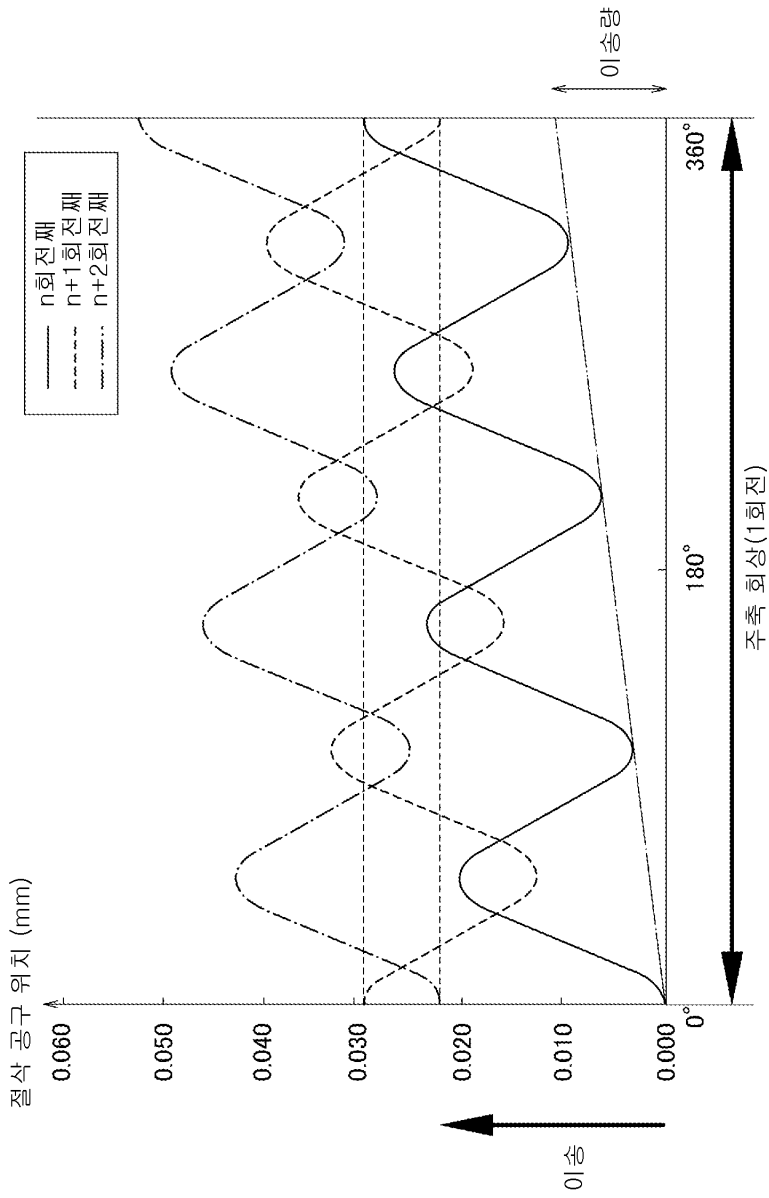




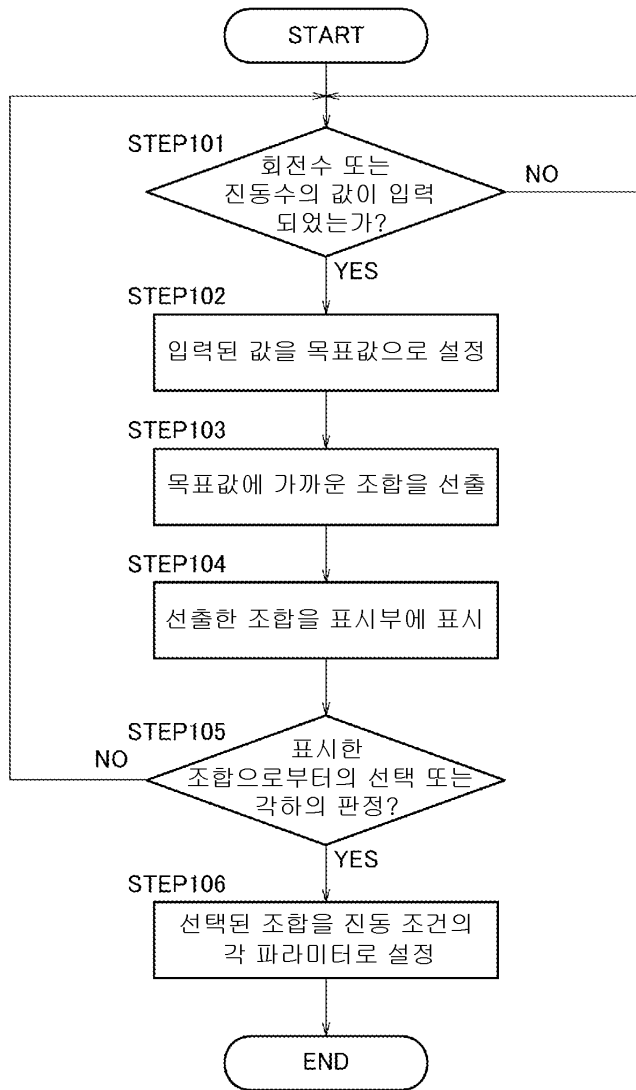
도면3



도면4



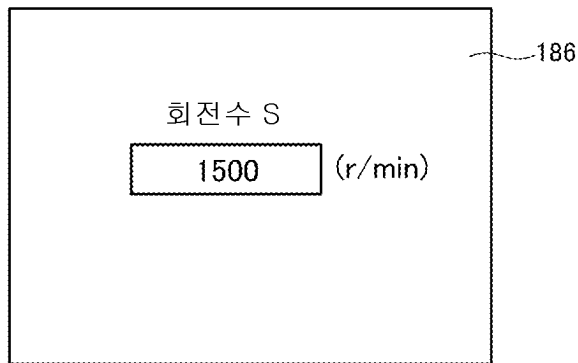
도면5



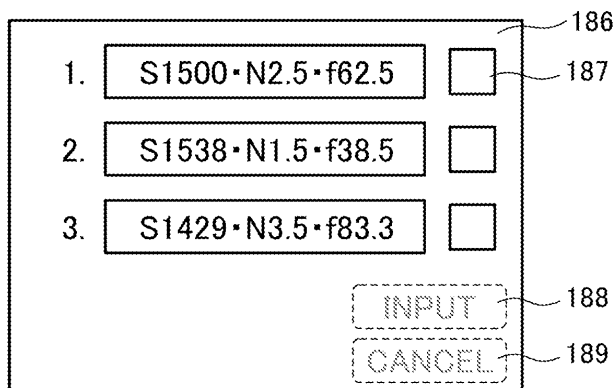
도면6

진동 주파수 f(Hz)	진동수 N(회/r)			
	1.5	2.5	3.5	4.5
100.0	4000	2400	1714	1333
83.3	3333	2000	1429	1111
71.4	2857	1714	1224	952
62.5	2500	1500	1071	833
55.6	2222	1333	952	741
50.0	2000	1200	857	667
45.5	1818	1091	779	606
41.7	1667	1000	714	556
38.5	1538	923	659	513
35.7	1429	857	612	476
33.3	1333	800	571	444
31.3	1250	750	536	417
29.4	1176	706	504	392
27.8	1111	667	476	370
26.3	1053	632	451	351
25.0	1000	600	429	333

도면7a



도면7b



도면7c

186

1. S1500·N2.5·f62.5  187

2. S1538·N1.5·f38.5

3. S1429·N3.5·f83.3

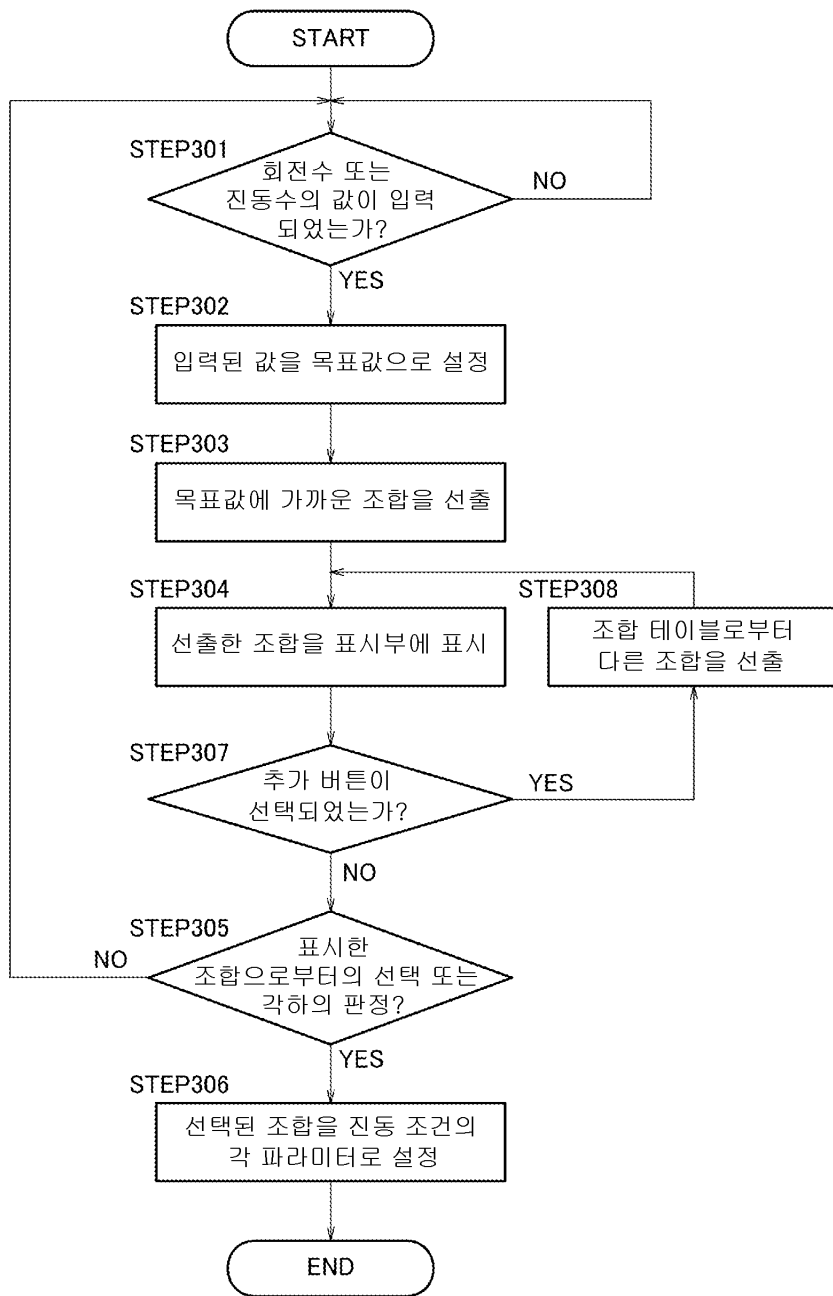
INPUT 188

CANCEL 189

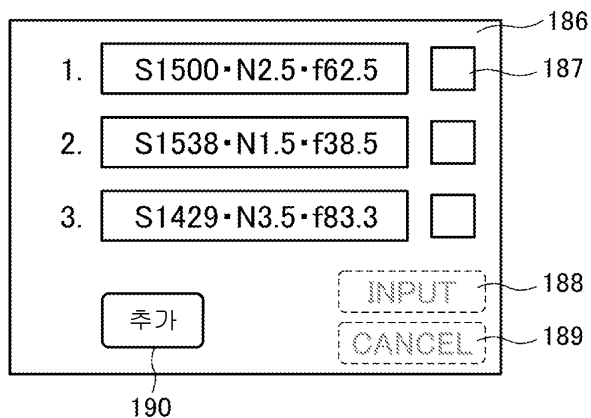
도면8

진동 주파수 f(Hz)	회전수 S=1500에 있어서의 진동수	진동수 (정수+0.5)와의 차
100.0	4.00	0.50
83.3	3.33	0.17
71.4	2.86	0.36
62.5	2.50	0.00
55.6	2.22	0.28
50.0	2.00	0.50
45.5	1.82	0.32
41.7	1.67	0.17
38.5	1.54	0.04
35.7	1.43	0.07
33.3	1.33	0.17
31.3	1.25	0.25
29.4	1.18	0.32
27.8	1.11	0.39
26.3	1.05	0.45
25.0	1.00	0.50

도면9



도면10



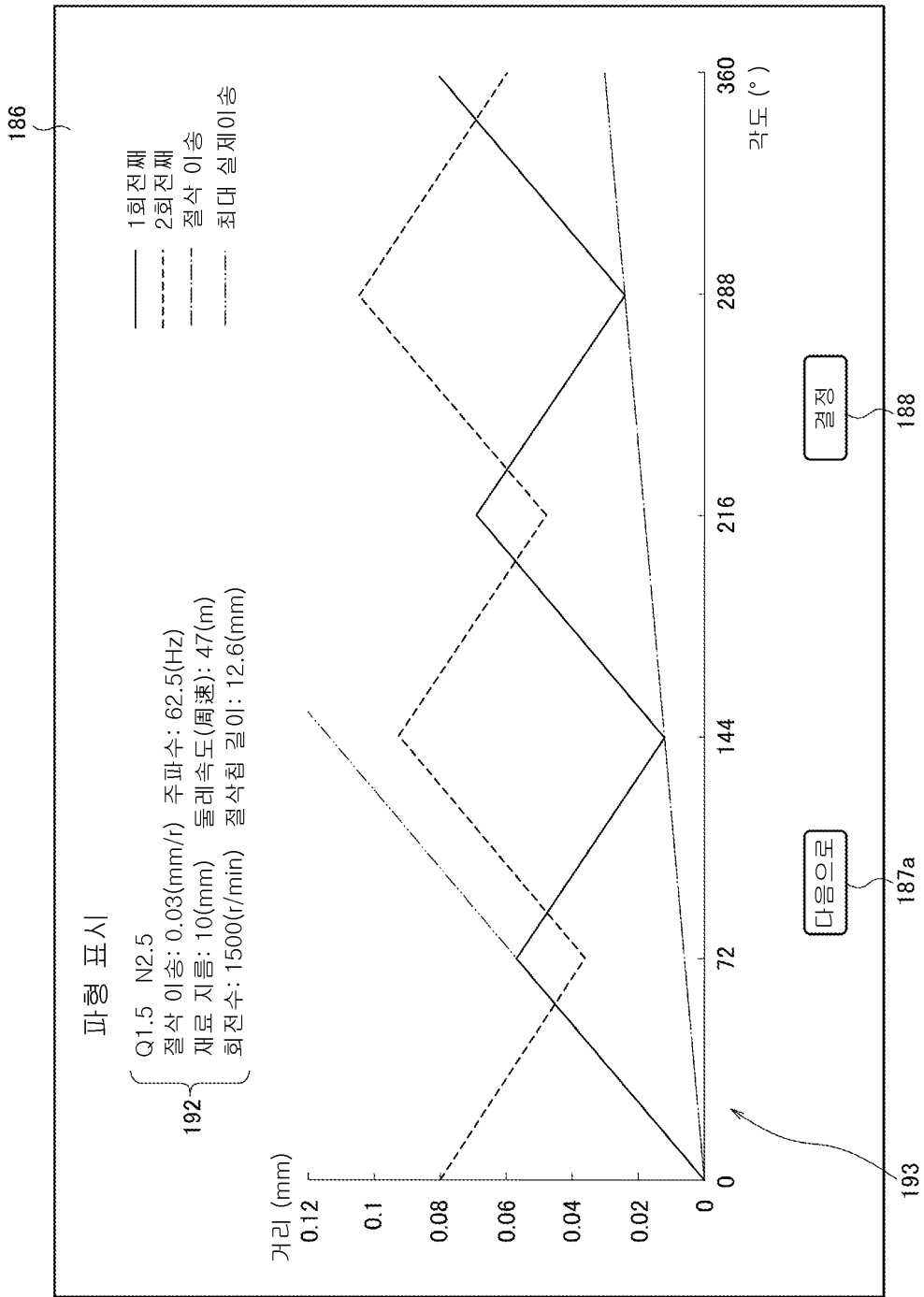
도면11

186

회전수 S	1500	(r/min)
진폭 이송 비율 Q		
진동수 N		(회/r)
절삭 이송	0.03	(mm/r)
재료 지름	10	(mm)

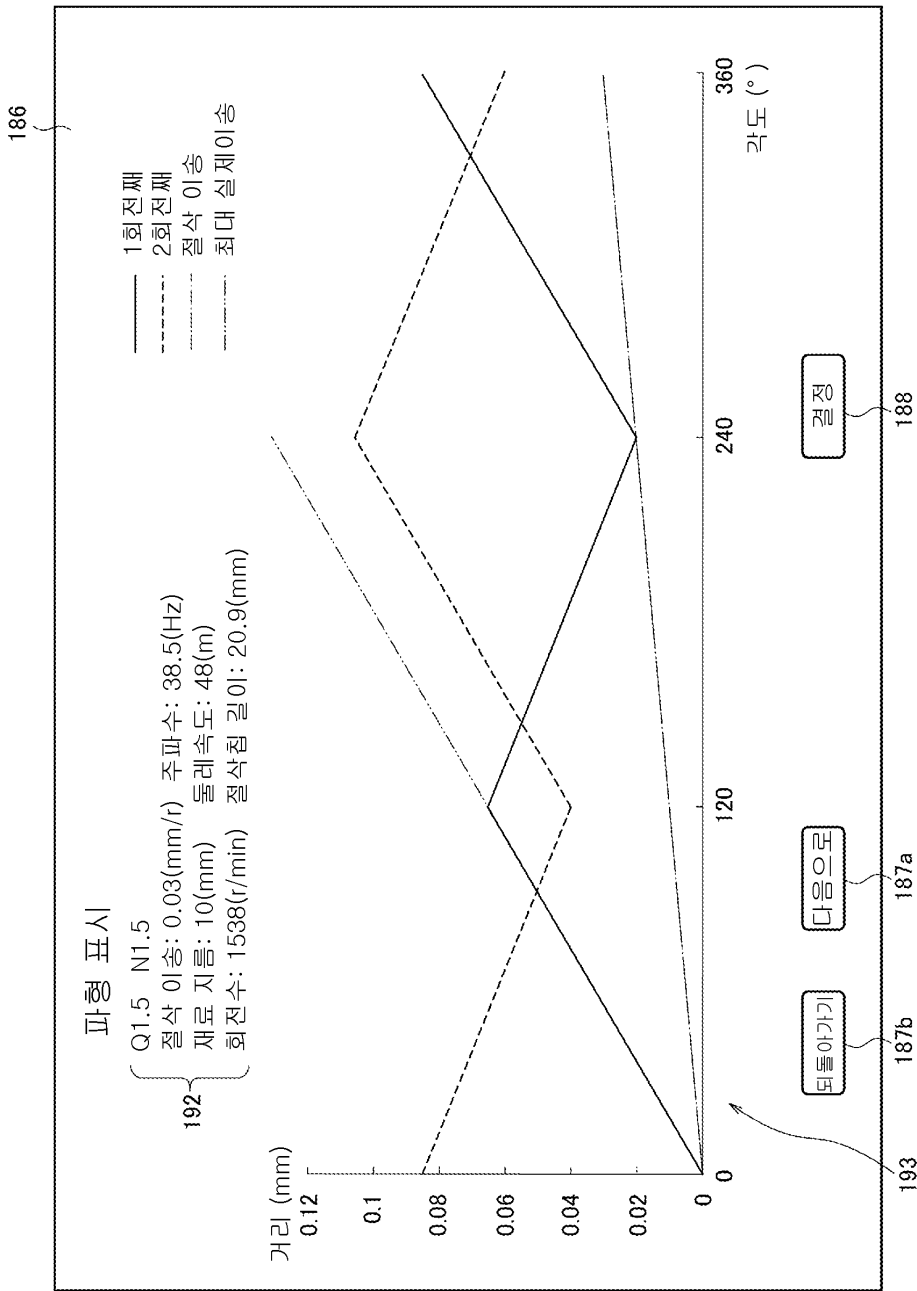
191

도면12





도면13



도면14

