



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년06월13일
(11) 등록번호 10-0837726
(24) 등록일자 2008년06월05일

(51) Int. Cl.
B24B 19/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2002-0008699
(22) 출원일자 2002년02월19일
심사청구일자 2007년01월17일
(65) 공개번호 10-2002-0075709
(43) 공개일자 2002년10월05일
(30) 우선권주장
JP-P-2001-00088681 2001년03월26일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP63084845A
JP63084863A

(73) 특허권자
가부시키가이샤 제이텍트
일본국 오사카 추오쿠 미나미셈바 3쵸메 5-8
(72) 발명자
미즈타니요시히로
일본국아이치켄가리야시아사히마치1쵸메1반지도요
다고키가부시키가이샤내
요리쓰네마사시
일본국아이치켄가리야시아사히마치1쵸메1반지도요
다고키가부시키가이샤내
무카이료헤이
일본국아이치켄가리야시아사히마치1쵸메1반지도요
다고키가부시키가이샤내
(74) 대리인
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 지선구

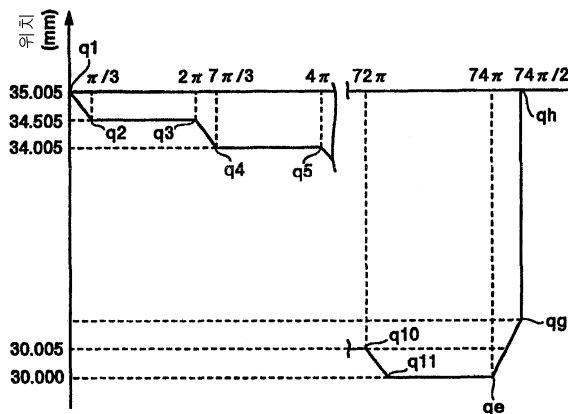
(54) 연삭 가공 방법 및 수치 제어 연삭기

(57) 요약

본 발명의 목적은 연삭 가공 종료 시의 공작물의 숫돌차와의 접촉면에 오목한 곳이 발생하지 않고, 또한 가공 시간을 단축한 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법 및 그 연삭 가공 방법을 실시하기 위한 수치 제어 연삭기를 제공하는 것이다.

숫돌차는 연삭 개시 위치(q1점)로부터 q2점에 걸쳐 공작물의 0~ $\pi/3(60^\circ)$ 의 범위에서 프로필 창성(創成) 연삭과 0.5mm ϕ 의 절삭 연삭을 실행하고, q2점~q3점 사이에서 공작물 1회전(2π)의 프로필 창성 연삭이 실행되고, q3점~q4점 사이에서, 마찬가지로 공작물 회전각 $2\pi \sim 7\pi/3(60^\circ)$ 에 걸쳐 프로필 창성 연삭과 0.5mm ϕ 의 절삭 연삭을 실행하고(q4점), q4점~q5점 사이에서 공작물의 프로필 창성 연삭이 실행되어, 제1 거친 연삭이 종료되고, 이후, 차례로 정밀 연삭, 다듬질 연삭의 공정순으로 프로필 창성 연삭과 절삭 연삭 가공이 실행되고, 최종의 제2 다듬질 연삭에서, q10점~q11점 사이에서 절삭 각도(t1) 20° 에 걸쳐 프로필 창성 연삭과 0.005mm ϕ 의 절삭 연삭이 실행되고, q11점~qe점 사이에서 프로필 창성 연삭이 실행되어 연삭 가공을 종료한다. 연삭 가공이 종료되면, qe점~qg점 사이의 공작물 회전각 90° 에 걸쳐, 프로필 창성 운동과 함께 릴리프 동작을 합성한 숫돌차의 릴리프 동작을 실행하고, 그 과정에서 제2 다듬질 연삭 시의 연삭 잔여 부분을 연삭하고, 주축 회전을 정지하여 qg점으로부터 qh점까지 고속 이송으로 후퇴된다.

대표도 - 도5



특허청구의 범위

청구항 1

비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상의 프로필 데이터에 의해 슷돌차를 프로필 창성(創成) 운동시키고, 연삭 가공 스텝에 따라 슷돌차를 공작물의 소정 절삭 각도에서 절삭하여 공작물을 연삭 가공하고, 다듬질 연삭 완료 후, 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하도록 하는 비원형 또는 원형 공작물을 연삭하는 연삭 가공 방법에 있어서,

최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 하는, 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도가 슷돌차 릴리프 각도의 3분의 1 이하인, 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 하는, 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 슷돌차 릴리프 각도가 90° 인, 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법.

청구항 5

비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상에 따라 슷돌차를 프로필 창성 운동시키기 위한 프로필 데이터와, 슷돌차의 고속 이송, 각 연삭 스텝에서의 소정 절삭 각도에서의 절삭 등의 가공 사이클을 제어하는 가공 사이클 데이터, 다듬질 연삭 완료 후의 슷돌차를 소정의 릴리프 각도에서 릴리프 제어하기 위한 릴리프 데이터에 따라 비원형 또는 원형 공작물을 가공하는 수치 제어 연삭기에 있어서,

상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하는 슷돌차 릴리프 수단과,

최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 상기 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 하는 최종 다듬질 연삭 절삭 수단을 포함하는, 수치 제어 연삭기.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 각 연삭 스텝에서 상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 하는 연삭 절삭 수단을 포함하는, 수치 제어 연삭기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <9> 본 발명은 캠 등의 비원형 공작물 또는 원형 공작물(이하, 단지 "공작물"이라고 함)을 스톨차의 프로필 창성(創成) 운동에 의해 연삭하는 연삭 가공 방법 및 그 연삭 가공 방법을 실시하기 위한 수치 제어 연삭기에 관한 것이다.
- <10> 종래, 수치 제어 장치에 의해 주축 축선에 수직 방향인 스톨차의 이송을 공작물을 지지하는 주축 회전에 동기하여 제어하고, 캠 등의 비원형 공작물 또는 회전축과 편심된 원형 단면의 공작물을 연삭 가공하는 방법이 실행되고 있다. 스톨차의 이송을 동기 제어하는 데에는 수치 제어 장치에 프로필 데이터를 부여하는 것이 필요하다. 이 프로필 데이터는 스톨차를 공작물의 다듬질 형상에 따라 왕복 운동, 즉 프로필 창성 운동시키도록 주축의 단위 회전각마다의 스톨차 이동량을 부여하는 것이다.
- <11> 한편, 공작물을 연삭 가공하기 위해서는, 프로필 데이터 외에 스톨차의 이송, 절삭, 후퇴 등의 가공 사이클을 제어하기 위한 가공 사이클 데이터가 필요하다. 공작물은 이 가공 사이클 데이터와 프로필 데이터에 따라 가공되는 것이지만, 특히 연삭 완료 후의 스톨차의 릴리프 동작과 프로필 창성 운동과의 관계가 가공 정밀도, 가공 속도 상 중요하게 된다.
- <12> 종래의 연삭기의 기능에서는, 연삭 후에 스톨차를 릴리프하는 경우에는 주축의 회전을 정지시키고, 그 후 스톨차를 고속 이송 후퇴시키는 것만 할 수 있었다. 회전하고 있는 스톨차가 공작물에 접촉한 상태에서 주축의 회전을 정지시키면, 기계계의 스프링 백 작용에 의해 공작물은 스톨차에 눌러지기 때문에, 공작물의 스톨차와의 접촉면이 연삭되어 그곳에 오목한 곳이 발생한다고 하는 문제점이 있었다.
- <13> 그래서, 이들 문제점을 해결하기 위해, 스파크아웃 완료 후의 스톨차의 릴리프 동작을 제어하기 위한 릴리프 데이터와 프로필 데이터를 비원형 공작물의 소정 회전각 구간에서 합성하여, 주축의 회전을 정지시키지 않고 스톨차를 프로필 창성 운동에 릴리프 동작을 중첩시켜 릴리프하도록 한 수치 제어 연삭기는 본 출원인에 의해 이미 제안되어 있다.
- <14> 그 연삭 가공 방법의 원리를 도 1에 따라 설명한다.
- <15> 도 1은 수치 제어 연삭기를 사용하여 비원형 또는 원형 공작물을 연삭 가공할 때의 스톨차의 공작물에 대한 이동 궤적을 나타낸 것이며, 0는 주축 축선, W는 공작물(이 경우에는 비원형 공작물), G는 스톨차이다. 주축의 θ 방향 회전에 동기하여 스톨차 G는 X 방향으로 왕복 운동하는 것이기 때문에, 공작물 W에 고정된 좌표계로부터 보면, 스톨차 G는 좌표 A 방향의 공작물 W 주위의 주위 회전 운동이 된다. 그리고, 거친 연삭, 정밀 연삭, 다듬질 연삭의 각 공정에 있어서, 회전각 θ_2 의 구간에서 절삭 전진 d_1, d_2, d_3 이 실행된다. 그리고, 파선은 각각 d_1, d_2, d_3 의 절삭 전의 공작물 외경(外徑)을 나타내고, 1점 쇄선은 각각 d_1, d_2, d_3 의 절삭 전의 스톨차 위치를 나타낸다. L은 스톨차 G가 공작물 W에 대하여 프로필 창성 운동(스파크아웃 시)을 실행할 때의 그 중심의 궤적이다.
- <16> 상기 연삭기에 의한 연삭 가공 방법은 주축의 회전을 정지시키지 않고, 프로필 창성 운동과 연삭 가공 완료 후의 릴리프 동작을 시간적으로 병행하여 실행하는 것이다. 즉, 스톨차 G는 곡선 L에 따라 공작물 W를 프로필 창성하고 있으며, P1점에서 창성(스파크아웃)이 완료되었다고 하면, 그 후 스톨차 G는 점 P1과 점 P2를 잇는 곡선에 따라 이송되고, 스톨차 G는 회전각 θ_1 구간에서 릴리프된다. 이 구간에서는 프로필 창성 운동과 릴리프 동작이 동시적으로 진행되고 있다. 그 후에는, 필요에 따라 P2점에서 주축의 회전을 정지하고, P3점까지 스톨차 G를 고속 이송 후퇴시킨다.
- <17> 구체적으로는, 연삭 가공 완료 후의 릴리프 데이터 설정 수단에 의해 릴리프 동작을 규정하는 데이터가 주어지며, 데이터 합성 수단에 의해, 그 데이터와 미리 주어진 프로필 데이터가 합성된다. 데이터의 합성은 프로필 창성 운동에 릴리프 운동이 중첩되도록, 즉 스톨차 G가 점 P1과 점 P2를 잇는 곡선 상을 움직이도록 실행된다. 스톨차 릴리프 수단은 이 합성 데이터에 기초를 두고 주축의 회전각에 따라 스톨차의 위치를 제어한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 상기 수치 제어 연삭기에서의 스톨차 릴리프 수단에 의해, 연삭 가공 종료 시의 공작물의 스톨차와의 접촉면에 오목한 곳이 발생한다고 하는 문제점은 해결되었지만, 연삭 가공 공정에서는, 거친 연삭, 정밀 연삭, 다듬질 연삭, 스파크아웃 연삭, 릴리프 동작 공정의 각 공정을 실행하는 것이 필요해, 가공 시간이 길다고 하는 문제점이 있었다.
- <19> 그래서, 본 발명의 목적은 상기 문제점을 해소하고, 프로필 창성 운동과 릴리프 운동을 중첩시킨 데이터를 사용한 스톨차 릴리프 수단에 의해, 연삭 가공 종료 시의 공작물의 스톨차와의 접촉면에 오목한 곳이 발생하지

않고, 또한 가공 시간을 단축한 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법 및 그 연삭 가공 방법을 실시하기 위한 수치 제어 연삭기에 관한 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <20> 상기 과제를 해결하기 위해, 본 발명의 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법은 비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상의 프로필 데이터에 의해 슷돌차를 프로필 창성 운동시키고, 연삭 가공 스텝에 따라 슷돌차를 공작물의 소정 절삭 각도에서 절삭하여 공작물을 연삭 가공하고, 다듬질 연삭 완료 후, 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하도록 하는 비원형 또는 원형 공작물을 연삭하는 연삭 가공 방법에 있어서, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <21> 또한, 본 발명의 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법은 상기 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도가 슷돌차 릴리프 각도의 3분의 1 이하인 것을 특징으로 하는 것이며, 또, 상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 하는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <22> 또한, 상기 슷돌차 릴리프 각도가 90° 인 것을 특징으로 하는 것이다.
- <23> 본 발명의 수치 제어 연삭기는 비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상에 따라 슷돌차를 프로필 창성 운동시키기 위한 프로필 데이터와, 슷돌차의 고속 이송, 각 연삭 스텝에서의 소정 절삭 각도에서의 절삭 등의 가공 사이클을 제어하는 가공 사이클 데이터, 다듬질 연삭 완료 후의 슷돌차를 소정의 릴리프 각도에서 릴리프 제어하기 위한 릴리프 데이터에 따라 비원형 또는 원형 공작물을 가공하는 수치 제어 연삭기에 있어서,
- <24> 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하는 슷돌차 릴리프 수단과, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 상기 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 하는 최종 다듬질 연삭 절삭 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <25> 또, 본 발명의 수치 제어 연삭기는 상기 각 연삭 스텝에서, 상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 하는 연삭 절삭 수단을 가지는 것을 특징으로 하는 것이다.
- <26> 본 발명의 비원형 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법은 비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상의 프로필 데이터에 의해 슷돌차를 프로필 창성 운동시키고, 연삭 가공 스텝에 따라 슷돌차를 공작물의 소정 절삭 각도에서 공작물에 대하여 소정 절삭량분 절삭하여, 공작물을 연삭 가공하고 다듬질 연삭 완료 후, 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하도록 한 비원형 또는 원형 공작물을 연삭 가공하는 연삭 가공 방법에 있어서, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 함으로써, 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어, 가공 시간이 단축되는 것이다.
- <27> 본 발명의 연삭 가공 방법은 캠 등의 비원형 공작물 가공에 적용되는 동시에, 크랭크 핀과 같이 회전축에 대하여 편심된 원형 단면의 공작물을 프로필 창성 연삭하는 경우에 있어서도 동일하게 적용할 수 있다.
- <28> 또, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 함으로써 상기 작용 효과를 나타내는 것이지만, 상기 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 슷돌차 릴리프 각도의 3분의 1 이하로 함으로써, 또, 상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 함으로써, 보다 확실하게 공작물을 고정밀도로 가공할 수 있다.
- <29> 또한, 상기 슷돌차 릴리프 각도를 90° 로 하는 것이 통상이며, 그 슷돌차 릴리프 각도를 기준으로 하여 본 발명의 요건을 구성한다.
- <30> 본 발명의 수치 제어 연삭기는 비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상에 따라 슷돌차를 프로필 창성 운동시키기 위한 프로필 데이터와, 슷돌차의 고속 이송, 각 연삭 스텝에서의 소정 절삭 각도에서의 절삭 등 가공 사이클을 제어하는 가공 사이클 데이터, 다듬질 연삭 완료 후의 슷돌차를 소정의 릴리프 각도에서 릴리프 제어하기 위한 릴리프 데이터에 따라 비원형 또는 원형 공작물을 가공하는 수치 제어 연삭기에 있어서, 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하는 슷돌차 릴리프 수단과, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 상기 슷돌차 릴리프 각도보다 작게한 최종 다듬질 연삭 절삭 수단을 가짐으로써, 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어, 가공

시간이 단축되는 것이다.

- <31> 또, 상기 각 연삭 스텝에서, 상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 한 연삭 절삭 수단을 가짐으로써, 연삭 잔여 부분이 적어져 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어, 가공 시간이 단축되는 동시에, 정밀도가 높은 연삭 가공이 가능하게 된다.
- <32> [실시예]
- <33> 본 발명의 주축 축선에 수직 방향의 슷돌차 이송을 공작물을 지지하는 주축 회전에 동기하여 제어하고, 캠 등의 비원형 공작물 또는 회전축에 대하여 편심된 원형 단면(斷面)의 공작물을 연삭 가공하고, 프로필 창성 운동과 릴리프 운동을 중첩시킨 데이터를 사용하여 슷돌차를 릴리프하도록 한 비원형 공작물 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법의 원리는 상기 도 1에 따라 설명한 것과 같다.
- <34> 본 발명의 비원형 공작물 또는 원형 공작물의 연삭 가공 방법 및 그 연삭 가공 방법을 실시하기 위한 수치 제어 연삭기의 구체적인 실시예를 도 2~도 6에 대하여 설명한다.
- <35> 도 2는 본 발명의 1 실시예의 수치 제어 연삭기를 나타낸 구성도이다. (10)은 수치 제어 연삭기의 헤드이며, 이 헤드(10) 상에는 테이블(11)이 슬라이드 가능하게 배치되어 있다. 테이블(11) 상에는 주축(13)을 가설한 주축대(12)가 배치되고, 그 주축(13)은 서보 모터(14)에 의해 회전된다. 또, 테이블(11) 상, 우단에는 심압대(心押臺)(15)가 탑재되고, 심압대(15)의 센터(16)와 주축(13)의 센터(17)에 의해 공작물 W(이 경우에는 캠 샤프트)가 끼워져 있다. 공작물 W는 주축(13)에 돌출 설치된 위치 결정 핀(18)에 끼워 맞추고, 공작물 W의 회전 위상은 주축(13)의 회전 위상에 일치되어 있다. 헤드(10)의 후방에는 공작물 W측으로 향해 진퇴 가능한 슷돌대(20)가 안내되고, 슷돌대(20)에는 모터(21)에 의해 회전 구동되는 슷돌차 G가 지지되어 있다. 이 슷돌대(20)는 도시 생략한 이송 나사를 통해 서보 모터(23)에 연결되고, 서보 모터(23)의 정역전(正逆轉)에 의해 전진 후퇴된다.
- <36> 드라이브 유닛(40, 41)은 수치 제어 장치(30)로부터 지령 펄스를 입력하고, 각각 서보 모터(23, 14)를 구동하는 회로이다. 수치 제어 장치(30)는 주로 서보 모터(14, 23)를 동기 제어하고, 공작물 W의 연삭 가공을 제어하는 장치이다. 그 수치 제어 장치(30)에는 프로필 데이터, 가공 사이클 데이터 등을 입력하는 테이프 판독 장치(42)와 제어 데이터 등의 입력을 실행하는 키보드(43)와 각종 정보를 표시하는 CRT 표시 장치(44)가 접속되어 있다.
- <37> 수치 제어 장치(30)는 도 3에 나타내는 것과 같이, 연삭기를 제어하기 위한 메인 CPU(21)와 제어 프로그램을 기억한 ROM(33)과 입력 데이터 등을 기억하는 RAM(32)과 입출력 인터페이스(34)로 주로 구성되어 있다. RAM(32) 상에는 NC 데이터를 기억하는 NC 데이터 영역(321)과 프로필 데이터를 기억하는 프로필 데이터 영역(322)과 모드 설정을 위한 이송 모드 설정 영역(323)과 공작물 모드 설정 영역(324)과 릴리프 모드 설정 영역(325)이 형성되어 있다. 수치 제어 장치(30)는 그 밖에 서보 모터(14, 23)의 구동계로서, 드라이브 CPU(36)와 RAM(35)과 펄스 분배 회로(37)가 설치되어 있다. RAM(35)은 메인 CPU(31)로부터 슷돌차 G의 위치 결정 데이터를 입력하는 기억 장치이며, 드라이브 CPU(36)는 슷돌차 G의 이송에 관해 스로 업, 스로 다운, 목표점 보간(補間) 등의 연산을 실행하여 보간점의 위치 결정 데이터를 고정 주기로 출력하는 장치이며, 펄스 분배 회로(37)는 이동 지령 펄스를 출력하는 회로이다.
- <38> RAM(32)에는 가공 사이클 데이터를 포함하는 NC 데이터가 기억되어 있고, 이 NC 데이터는 CPU(31)에 의해 프로그램된 순서에 따라 해독되어, 각각의 공정이 수행된다.
- <39> 여기에서는, 도 4에 나타난 30mmφ의 원을 베이스 원(B)으로 하는 비원형의 캠(공작물 W)을 프로필 창성 연삭 가공하는 경우에 대하여 설명한다. 그리고, 공작물은 원형이라도, 또, 크랭크 핀과 같이 원형 단면이며, 가공 축선에 대하여 편심된 것을 프로필 창성 연삭하는 것에도 본 발명은 유효하게 적용할 수 있다.
- <40> 도 4에 나타난 공작물은 최종 다듬질 치수가 실선으로 나타난 30mmφ의 원(B)을 베이스 원으로 하는 캠 W'이며, 가공 전의 형상은 2점 쇄선으로 나타나 있는 것과 같이 35.005mmφ의 원을 베이스 원으로 하는 캠 W이다.
- <41> 이 캠 W를 프로필 창성 연삭 가공하는 경우에는, 통상 절삭 개시 위치는 베이스 원부(도 4의 0°)이며, 연삭 절삭은 도 4의 표와 같이 제1, 제2 거친 연삭, 제1, 제2 정밀 연삭, 제1, 제2 다듬질 연삭에 의한 계 6 스텝이 실행된다. 도 4의 표에 나타나 있는 예에서는, 스텝 1에서 제1 거친 연삭이 실행되지만, 그 연삭 개시 위치는 35,005mmφ의 위치이며, 공작물 1회전당 절삭량이 0.5mmφ로 2회 절삭이 실행되며, 절삭 연삭 계 1.0mmφ의 거친 연삭이 실행된다. 그 0.5mmφ의 절삭 시의 절삭 각도는, 예를 들면 t1의 60°로 설정된다. 즉, 공작물이 60°회전하는 데에 맞추어 슷돌차 G를 X 방향으로 0.5mmφ 절삭시키는 것을 나타내고 있다.

- <42> 다음의 스텝 2에서는, 제2 거친 연삭이 실행된다. 즉, 제1 거친 연삭 후의 직경은 34.005mmφ이므로, 그 위치가 절삭 개시 시의 슛돌차 G의 위치이며, 절삭 각도(t1)의 60°에서 1회전당 절삭량이 0.25mmφ로, 4회전 제2 거친 연삭이 실행되어, 계 1.0mmφ의 연삭이 실행된다.
- <43> 다음의 스텝 3에서는, 제1 정밀 연삭이 실행된다. 즉, 제2 거친 연삭 후의 직경은 33.005mmφ이므로, 그 위치가 제1 정밀 연삭 절삭 개시 시의 슛돌차 G의 위치이며, 절삭 각도(t1) 60°에서 1회전당 절삭량이 0.2mmφ로, 계 5회전의 제1 정밀 연삭이 실행되어, 계 1.0mmφ의 연삭이 실행된다.
- <44> 스텝 4, 5, 6에서도 상기 스텝과 동일하게 제2 정밀 연삭, 제1, 제2 다듬질 연삭이 실행된다. 이 경우, 최종 다듬질 연삭을 향해 1회전당 절삭량을 작게 하는 동시에, 절삭 각도(t1)도 작게 하고 있다.
- <45> 스텝 6의 제2 다듬질 연삭(최종 다듬질 연삭)에서는, 절삭량이 0.005mmφ로 작게 설정되어 있고, 또한 절삭 각도(t1)도 20°로 작게 되어 있다. 그러므로, 다듬질 연삭 후의 연삭 잔여 부분은 작아진다.
- <46> 도 4의 가공예에서는, 공작물이 계 37회전으로 5.005mmφ의 절삭 연삭이 실행되어 원하는 베이스 원이 30mmφ인 캠 W'(공작물)가 얻어진다.
- <47> 그리고, 각 연삭 스텝에서의 절삭 각도는 상기한 t1 외에 t2로 나타내는 각도라도 된다. t2의 경우에는, t1과 동일하게 최종 다듬질 연삭의 절삭 각도가 20°이며, 또한 서서히 작아지고 있다. t3은 종래의 절삭 각도이며, 각 공정 모두 60°이다
- <48> 도 4에 나타난 연삭 가공 공정을 도 5에서 설명한다.
- <49> 스텝 1의 연삭 개시 위치(q1점)로부터 공작물 회전각 $\pi/3(60^\circ)$ 에 걸쳐 0~ $\pi/3$ 의 범위에서 프로필 창성 연삭과 0.5mmφ의 절삭 연삭을 실행하고(q2점), q2점~q3점 사이에서 공작물 1회전(2 π)의 프로필 창성 연삭이 실행되고, q3점~q4점 사이에서 동일하게 공작물 회전각 $2\pi \sim 7\pi/3(60^\circ)$ 에 걸쳐 프로필 창성 연삭과 0.5mmφ의 절삭 연삭을 실행하고, q4점~q5점 사이에서 공작물의 프로필 창성 연삭이 실행되어 스텝 1이 종료되고, 공작물 직경(베이스 원 직경)은 34.005mmφ로 된다(q5점). 이후, 차례로 각 스텝순으로 프로필 창성 연삭과 절삭 연삭 가공이 실행되고, 최종의 스텝 6에서는 공작물 직경(베이스 원 직경) 30.005mmφ에서, q10점~q11점 사이에서 절삭 각도(t1) 20°에 걸쳐 프로필 창성 연삭과 0.005mmφ의 절삭 연삭을 실행하고, q11점~qe점 사이에서 제2 다듬질 프로필 연삭을 종료한다(qe). 본 발명에서는, 최후의 스파크아웃 연삭은 필요로 하지 않는다.
- <50> 연삭 가공이 종료되면, qe점~qg점 사이의 공작물 회전각 90°에 걸쳐 슛돌차 G의 릴리프 동작을 실행하고(프로필 창성 운동과 함께 릴리프 동작을 실행함), 고속 이송 후퇴가 지령된 경우에는 주축 회전을 정지하여 qg점으로부터 qh점까지 고속 이송으로 후퇴된다. 슛돌차 G의 릴리프 동작은 판독된 프로필 데이터에 단위각당 릴리프량이 환산되어 이동량 데이터가 합성되고(즉, 데이터 합성 수단에 의해, 프로필 창성 운동에 릴리프 운동이 중첩됨), 그 합성 데이터에 기초를 두고 주축의 회전각에 따라 슛돌차 G의 위치를 제어함으로써 실행된다.
- <51> 본 발명에서는 최종 다듬질 연삭 종료 시의 스파크아웃 연삭을 생략할 수 있지만, 그 이유를 도 6에 의해 설명한다.
- <52> 도 6은 스텝 6의 제2 다듬질 연삭이 종료된 시점(도 5의 qe점)의 상태를 나타낸 것이다. 최종의 제2 다듬질 연삭은 도 5의 q10점~q11점 사이에서 절삭 각도(t1) 20°에 걸쳐 프로필 창성 연삭과 0.005mmφ의 절삭 연삭을 실행하고, q11점~qe점 사이에서 제2 다듬질 프로필 연삭이 실행된 것이므로, q10점~q11점 사이에서는, 20°에 걸쳐 30.005mmφ로부터 30.000mmφ로 감소되어 있다. 따라서, 0° ~ 20°에 걸쳐 공작물에는 다듬질 치수인 30.000mmφ에 대하여 약간의 연삭 잔여 부분(a)이 존재하고 있다.
- <53> 종래에는 절삭 각도가 크고(예를 들면, t3의 60°), 그 연삭 잔여 부분(a)도 컸기 때문에, 이것을 제거하기 위해 최저 1회전의 스파크아웃 연삭을 실행하고 있었다.
- <54> 그러나, 본 발명에서는, 상기 도 5에서의 qe점~qg점 사이에서의 슛돌차 G의 릴리프 동작 공정에서, 연삭 잔여 부분(a)을 연삭함으로써 스파크아웃 연삭을 생략하는 것이다. 그렇게 하기 위해서는, 최종 다듬질 연삭에서의 연삭 속도가 20°로 작은 것, 및 qe점~qg점 사이의 프로필 창성 운동에 릴리프 운동이 중첩된 합성 데이터에 따라 프로필 창성 운동을 하면서 서서히 릴리프를 실행하고, 또한 슛돌차 G의 릴리프 동작이 회전각 90°로 큰 각도에 걸쳐 실시되는 것이 필요하다. 따라서, 상기 연삭 잔여 부분(a)은 적고, 또한 슛돌차 G의 릴리프 운동이 90°에 걸쳐 프로필 창성 운동을 하면서 서서히 실행되기 때문에, 연삭 잔여 부분(a)을 그 과정에서 충분히 연삭할 수 있어, 스파크아웃을 생략할 수 있다. 그러므로, 종래의 연삭 방법과 비교하여 가공 시간을 단축할 수

있다.

- <55> 본 발명을 실시하는 데는 슷돌차 G의 릴리프 각도는 통상 90° 로 하지만, 연삭 절삭 각도는 상기 슷돌차 G의 릴리프 각도보다 작으면 가능하나 슷돌차 G의 릴리프 각도의 1/3 이하가 바람직하다.
- <56> 또, 도 4의 표에 절삭 각도의 예가 t1, t2로서 나타나 있는 것과 같이, 최종 다듬질 연삭으로 되는 데 따라 절삭 각도를 적게 함으로써, 각 연삭 스텝에서의 연삭 잔여 부분(a)이 적어져 정밀도가 높은 연삭 가공을 수행할 수 있다.
- <57> 상기 실시예에서는, 본 발명의 연삭 가공 방법을 비원형 공작물인 캠의 연삭 가공에 적용한 예에 대하여 설명했지만, 캠의 연삭에 한정되지 않고 크랭크 핀과 같이 회전축에 대하여 편심된 원형 단면의 공작물을 프로필 생성 연삭하는 경우에서도 동일하게 적용할 수 있는 것이다.

발명의 효과

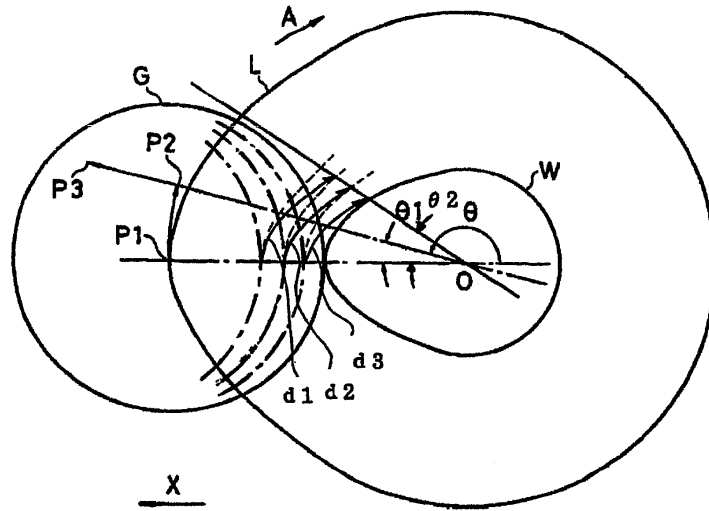
- <58> 본 발명은 비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상의 프로필 데이터에 따라 슷돌차를 프로필 생성 운동시키고, 연삭 가공 스텝에 따라 슷돌차를 공작물의 소정 절삭 각도에서 절삭하여 공작물을 연삭 가공하고, 다듬질 연삭 완료 후, 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하도록 한 비원형 또는 원형 공작물을 연삭 가공하는 연삭 가공 방법에 있어서, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 슷돌차 릴리프 각도보다 작게 함으로써, 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어 가공 시간이 단축되는 것이다.
- <59> 또, 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 함으로써, 연삭 잔여 부분이 적게 되어 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어, 가공 시간이 단축되는 동시에, 정밀도가 높은 연삭 가공이 가능하게 된다.
- <60> 또한, 본 발명은 비원형 또는 원형 공작물의 회전에 따르고 그 공작물의 다듬질 형상에 따라 슷돌차를 프로필 생성 운동시키기 위한 프로필 데이터와, 슷돌차의 고속 이송, 각 연삭 스텝에서의 소정 절삭 각도에서의 절삭 등 가공 사이클을 제어하는 가공 사이클 데이터, 다듬질 연삭 완료 후의 슷돌차를 소정의 릴리프 각도에서 릴리프 제어하기 위한 릴리프 데이터에 따라 비원형 또는 원형 공작물을 가공하는 수치 제어 연삭기에 있어서, 상기 프로필 데이터와 슷돌차 릴리프 데이터를 합성한 합성 데이터에 따라 소정의 릴리프 각도에 걸쳐 슷돌차를 릴리프하는 슷돌차 릴리프 수단과, 최종 다듬질 연삭에서의 절삭 각도를 상기 슷돌차 릴리프 각도보다 작게한 최종 다듬질 연삭 절삭 수단을 가짐으로써, 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어, 가공 시간이 단축되는 것이다.
- <61> 또, 상기 각 연삭 스텝에서, 상기 각 연삭 스텝의 절삭 각도를 최종 다듬질 연삭을 향해 서서히 작게 한 연삭 절삭 수단을 가짐으로써, 연삭 잔여 부분이 적어져 최후의 스파크아웃 연삭을 하는 것이 불필요하게 되어, 가공 시간이 단축되는 동시에, 정밀도가 높은 연삭 가공이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

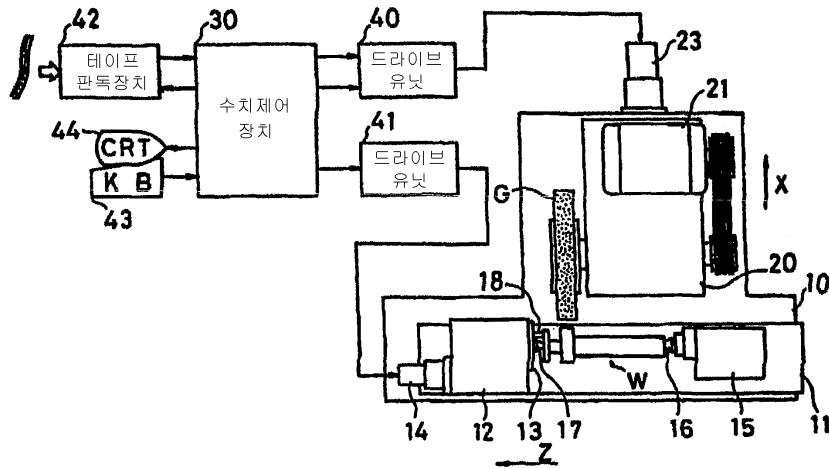
- <1> 도 1은 본 발명에 의한 슷돌차의 릴리프 동작의 개념을 나타낸 설명도이다.
- <2> 도 2는 본 발명의 실시예에 관한 수치 제어 연삭기의 구성도이다.
- <3> 도 3은 본 발명의 실시예에 관한 수치 제어 장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- <4> 도 4는 본 발명의 실시예에 의한 절삭 연삭의 공정을 나타내는 설명도이다.
- <5> 도 5는 본 발명의 실시예에 의한 슷돌차의 절삭, 릴리프 동작의 공정을 나타낸 설명도이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 실시예에 의한 슷돌차의 절삭, 릴리프 동작을 나타낸 설명도이다.
- <7> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <8> 10: 헤드, 11: 테이블, 13: 주축, 4, 23: 서보 모터, 15: 심압대, 20: 슷돌대, 30: 수치 제어 장치, L: 프로필 생성 연삭 중의 슷돌차 중심 궤적, G: 슷돌차, W: 공작물, W': 가공 종료 시의 공작물.

도면

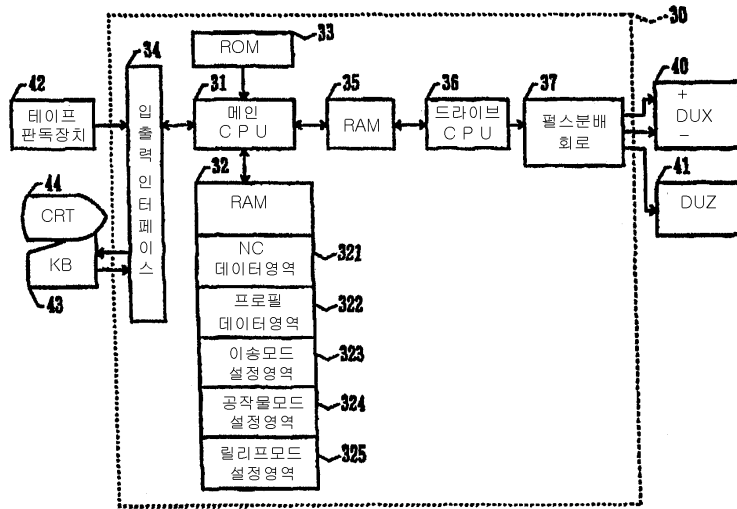
도면1



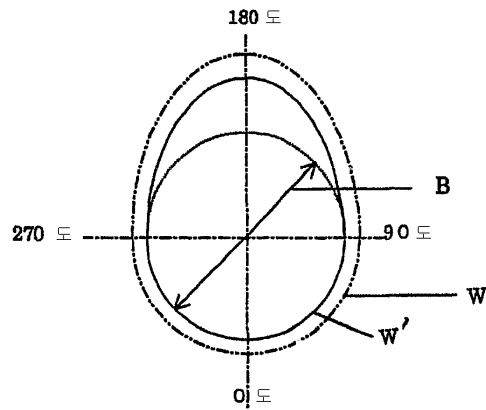
도면2



도면3

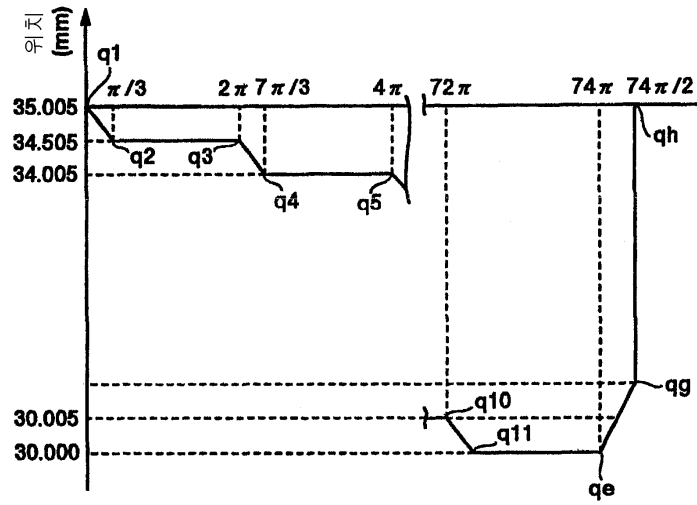


도면4



가공스텝	개시직경 (ϕ mm)	절삭량 (ϕ mm/rev)	절삭 회수	총절삭량 (ϕ mm)	절삭각도(도)		
					t1	t2	t3
1-제1거친연삭	35.005	0.5	2	1.0	60	60	60
2-제2거친연삭	34.005	0.25	4	1.0	60	60	60
3-제1정밀연삭	33.005	0.2	5	1.0	60	60	60
4-제2정밀연삭	32.005	0.125	10	1.25	40	40	60
5-제1다듬질	30.755	0.05	15	0.75	40	80	60
6-제2다듬질	30.005	0.005	1	0.005	20	20	60
			37 회전	5.005			

도면5



도면6

