



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년08월16일
 (11) 등록번호 10-1889095
 (24) 등록일자 2018년08월09일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23F 19/10 (2006.01) *B21H 5/02* (2006.01)
B21H 5/04 (2006.01) *B23F 17/00* (2006.01)
B23F 23/04 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B23F 19/10 (2013.01)
B21H 5/022 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7001753
- (22) 출원일자(국제) 2013년06월17일
 심사청구일자 2016년03월24일
- (85) 번역문제출일자 2015년01월22일
- (65) 공개번호 10-2015-0032875
- (43) 공개일자 2015년03월30일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2013/001789
- (87) 국제공개번호 WO 2014/000870
 국제공개일자 2014년01월03일
- (30) 우선권주장
 10 2012 012 559.3 2012년06월25일 독일(DE)
- (56) 선행기술조사문헌
 JP10086017 A*
 JP2010504219 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
 글리슨-파아우터 마쉬넨파브리크 게엠베하
 독일 71636 루트비히스부르크 다이플러슈트라쎄 14
- (72) 발명자
 크레브저 게르하르트
 독일 71563 아팔터바흐 트롤링거슈트라쎄 33/1
- (74) 대리인
 특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 18 항

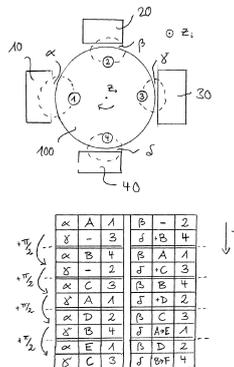
심사관 : 이상용

(54) 발명의 명칭 워크피스를 기계가공하는 방법 및 그 방법을 실행하도록 작동가능한 기어 절삭 기계

(57) 요약

본 발명은 칩 제거 기계가공 공정에 의해 생성된 워크피스의 기어 프로파일의 단부 정면 톱니 에지가 제1 위치에서 소형 성형 작업을 통해 챔퍼링된 에지로 재가공되도록 되어 있는 워크피스를 기계가공하는 방법에 관한 것이다. 소형 성형 작업 중에 기어 프로파일의 단부 표면 쪽에서 변위되는 재료는 톱니의 단부 표면에서의 재료 돌출부로서 밀려나오는 한편, 톱니의 플랭크 쪽에서 변위되는 재료는 챔퍼부의 플랭크측의 재료 돌출부로서 밀려나오며, 그 결과적인 단부 표면에서의 재료 돌출부와 플랭크측의 재료 돌출부가 제거된다. 워크피스는 여전히 기어 프로파일의 단부 표면측의 재료 돌출부를 가지고 있는 채로 챔퍼부의 플랭크측의 돌출부의 제거가 실행되는 제2 위치로 이송된다.

대표도



(52) CPC특허분류

B21H 5/045 (2013.01)

B23F 17/006 (2013.01)

B23F 23/04 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

워크피스(A, B, C, D, E, F)를 기계가공하는 방법으로서, 칩 제거 기계가공 공정에 의해 워크피스 상에 형성된 기어 프로파일의 톱니 플랭크의 단부의 에지가 제1 위치(β)에서 소성 성형 작업을 통해 챔퍼링된 에지로 변화되고, 상기 소성 성형 작업 중에 기어 프로파일의 단부면 쪽에서 변위되는 재료는 단부 정면 재료 돌출부를 발생시키는 한편, 기어 프로파일의 톱니 플랭크 쪽에서 변위되는 재료는 플랭크측의 재료 돌출부를 발생시키고, 그 결과적인 단부면에서의 재료 돌출부와 플랭크측의 재료 돌출부가 상기 방법에 의해 제거되게 되는 워크피스를 기계가공하는 방법에 있어서,

워크피스는 여전히 상기 단부 정면 재료 돌출부를 가지고 있는 상태로 상기 플랭크측의 재료 돌출부의 제거가 일어나는 제2 위치(γ)로 위치 전환되고,

추후에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일을 창성하는 공정은 기계가공 툴의 칩 절삭 맞물림을 통해 실행되고, 상기 칩 절삭 맞물림은 상기 플랭크측의 재료 돌출부의 제거에 대한 것과 동일한 종류이고, 동일한 기계가공 툴로 실행되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 플랭크측의 재료 돌출부의 제거는 기계가공 툴의 칩 절삭 맞물림을 통해 실행되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 추후에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일을 창성하는 공정은 상기 제2 위치(γ)와 일치하는 제3 위치(α)에서 일어나는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 플랭크측의 재료 돌출부의 제거를 위한 송입 깊이는 추후에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일의 창성에 사용되는 가장 깊은 송입 깊이와 동일하게 설정되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 플랭크측의 재료 돌출부의 제거를 위한 송입 깊이는 추후에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일의 창성에 사용되는 가장 깊은 송입 깊이보다 더 깊게 설정되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일은 호빙에 의해 창성되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 톱니 에지의 재가공 전까지는, 제3 위치(α , γ)에서, 재료는 적어도 창성된 기어 프로파일의 단부 표면으로부터 제거되며, 절삭 툴로 셰이빙 절삭되거나 구동형 정면 밀링 커터로 제거되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 9

제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 축선방향 정면 양측 중의 적어도 한쪽의 상기 단부 정면 재료 돌출부의 제거는 제2 위치(γ)에서, 절삭 톨로 돌출부를 셰이빙 절삭하거나 구동형 정면 밀링 커터로 돌출부를 제거하는 것에 의해 실행되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 10

제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 챔퍼부의 플랭크측의 재료 돌출부가 제거된 후, 워크피스는 워크피스가 취출되는 곳인, 상기 제1 위치(β)와 일치하는 제4 위치(δ)로 이동되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 적어도 한쪽 단부 표면에서의 상기 단부 정면 재료 돌출부의 제거는 제4 위치(δ)에서, 워크피스를 취출하기 전의 최종 작업으로서, 절삭 톨에 의한 셰이빙에 의하거나 구동형 정면 밀링 커터에 의한 밀링 작업을 통해 실행되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서, 워크피스의 톱니 에지의 재가공과 동시에, 제3 위치(α)에서 또 다른 워크피스에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일이 생성되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서, 시간 경과와 함께, 앞서의 워크피스와 동일한 위치(α , β , γ , δ ; γ , β)에서 동일한 공정 단계들이 상기 또 다른 워크피스에 대해 실행되고, 상기 또 다른 워크피스가 상기 제2 위치(γ)에 위치한 동안에, 그 다음의 또 다른 워크피스가 제4 위치(δ ; β)에서의 작업을 받는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 14

제 10 항에 있어서, 상기 제4 위치(δ)는 상기 제1 위치(β)와 일치하고, 워크피스의 취출 또는 새로운 워크피스의 장착을 행하도록 기능하는 장치에 의해 사용되는 공간이 단부 정면 재료 돌출부를 제거하도록 기능하는 장치에 의해 사용되는 공간과 중첩되는 것을 특징으로 하는 워크피스를 기계가공하는 방법.

청구항 15

기어 프로파일의 생성 또는 다듬질을 행하도록 작동가능한 기어 절삭 기계로서,
 적어도 2개의 포지션 사이에서 전환될 수 있어, 적어도 하나의 회전가능한 구동형 워크피스 스핀들(1, 2, 3, 4; 1, 2)을 지지하는 캐리어(100)를 포함하고 있고,
 또한 워크피스 스핀들에 클램핑되어 캐리어(100)에 의해 취해진 포지션에 의해 정해진 위치(β)에 배치되어 있는 워크피스의 기어 프로파일의 단부 정면 톱니 에지를 재가공하도록 기능하는 장치를 포함하고 있고,
 또한 캐리어(100)의 운동을 제어하는 적어도 하나의 제어 장치를 포함하고 있는 기어 절삭 기계에 있어서,
 상기 제어 장치는 워크피스가 톱니 에지의 재가공 중에 기어 프로파일의 단부 표면 쪽에서 변위되는 재료에서 발생한 단부 정면 돌출부를 여전히 가지고 있을 때 캐리어(100)를 또 다른 포지션으로 이동하도록 안내하는 것을 특징으로 하는 기어 절삭 기계.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 캐리어(100)에 의해 취해지는 2개의 포지션 중의 하나의 포지션에 의해 또는 다른 하나의 포지션에 의해 한정되는 위치(α ; γ)에 배치되는 공정에서 워크피스에 기어 프로파일을 생성하기 위한 기계가공 톨을 유지시키는 회전하는 구동형 톨 스핀들을 더 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 기어 절삭 기계.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 하나의 캐리어 포지션 또는 다른 하나의 캐리어 포지션에 의해 한정되는 위

치에서 기어 프로파일의 적어도 한쪽 단부 표면에서 재료를 제거하기 위한 장치를 더 포함하고 있는 것을 특징으로 하는 기어 절삭 기계.

청구항 18

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 캐리어(100) 상에 지지되어 회전 구동원에 연결가능한 적어도 하나의 또 다른 워크피스 스펜들(2, 3, 4; 2)을 포함하고 있고, 2개의 스펜들 상에 클램핑된 2개의 워크피스(A, B) 중, 하나는 제1 위치에 배치되고, 다른 하나는 제2 위치(γ)에 배치되고, 2개의 워크피스(A, B)의 포지션이 캐리어(100)의 운동에 의해 전환될 수 있는 것을 특징으로 하는 기어 절삭 기계.

청구항 19

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 상기 제어 장치는 제 1 항 내지 제 3 항 및 제 5 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 따른 방법을 실행함에 있어 기어 절삭 기계를 제어하는 것을 특징으로 하는 기어 절삭 기계.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 워크피스를 기계가공하는 방법으로서, 칩 제거 기계가공 공정에 의해 워크피스 상에 형성된 기어 프로파일(gear profile)의 톱니 플랭크의 단부의 에지가 소성 성형 작업을 통해 챔퍼링된 에지(chamfered edge)로 변화되고, 소성 성형 작업 중에 기어 프로파일의 단부면 쪽에서 변위되는 재료는 단부 정면 재료 돌출부(end-facing material protrusion)로서 밀려나오는 한편, 기어 프로파일의 톱니 플랭크 쪽에서 변위되는 재료는 톱니 플랭크에서의 재료 돌출부(플랭크측의 재료 돌출부(material protrusion on the flank side))로서 밀려나오고, 그 결과적인 단부면에서의 재료 돌출부와 플랭크에서의 재료 돌출부가 이 기계가공 방법에 의해 제거되게 되는 워크피스를 기계가공하는 방법에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 적합한 디자인으로 이루어지고 상기 방법을 실행하기 위해 필요한 제어 성능을 가지는 기어 절삭 기계에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이러한 종류의 방법들은 예컨대 EP 1 270 127 A1과 같은 종래기술에 속한다. 그에 따라, 칩 절삭 기계가공 작업의 결과로써 톱니 플랭크의 단부의 에지에 발생하는 버(burr)를 제거하는 수 많은 이유들이 존재한다. 전문가들에게 친숙한 이러한 이유들은 예컨대 참조문헌으로서 여기에 인용되는 DE 10 2009 018 405 A1의 도입 단락에 요약되어 있다. 하지만, 절삭 작업에 의해 야기되는 버뿐만 아니라, 본 명세서에서 이차적 버(secondary burr)라고도 불리는, 톱니 에지의 소성 성형 중에 발생하는 재료 돌출부들 즉 용기부들도 마찬가지로 기어 프로파일의 추가적인 가공 작업에 불리한 것으로 판명되어, 그들도 통상적으로 제거된다.

[0003] 이러한 이차적 버를 제거하기 위해, 예컨대 EP 1 270 127 A1에서 추후의 압연을 통해 톱니 플랭크에서의 돌출부(이차적 버)를 평탄화하는 것이 제안되었다. 한편, DE 10 2009 018 405 A1에는, 톱니 플랭크 상에 절삭 에지를 가지고 있는 톨 휠의 맞물림에 의해 발생하는 절삭 작용을 통해 톱니 플랭크에서의 이차적 버를 제거하는 것이 제안되어 있다.

[0004] 톱니 에지를 챔퍼부(chamfer)로 소성 재성형하기 위한 톨에 관해서는, 현상태의 기술은 단부 표면에서 도드라진 용기부(단부 정면 이차적 버)가 챔퍼링 디스크와 절삭 톨을 함께, 특히 일체형 톨로서 결합된 챔퍼링 디스크와 절삭 톨을, 사용함으로써 재성형 자체와 동시에 제거될 수 있게 해주는 톨 및 방법을 제공하고 있다. 예컨대 EP 2 066 473 B1에 개시되어 있는, 그러한 일체형 톨을 사용하면, 기계 톨의 전체 디자인이 간소화될 있을 뿐만 아니라, 워크피스의 전체 기계가공 시간도 단축될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 특히 기술된 방법에 의해 재성형되는 톱니 에지 영역에서 높은 표면 품질의 톱니 플랭크를 제공하는 목적을 가지고 있다.

과제의 해결 수단

- [0006] 방법의 관점에서, 상기 목적은 그 개선점으로서 워크피스가 여전히 단부 정면 재료 돌출부를 가지고 있는 채로 챔퍼부의 플랭크측의 돌출부의 제거가 실행되는 제2 위치로 이동된다는 발상을 기본적으로 수반하는 전술의 가공 공정의 추가적인 개량을 통한 본 발명에 의해 충족된다.
- [0007] 본 발명에 따른 이러한 공정 배치에 기초하여, 워크피스는 톱니 에지가 이미 챔퍼부로 재가공되었지만 여전히 소성 성형 작업의 결과로써 챔퍼부의 단부 정면 및 플랭크측에 밀려오른 재료 돌출부(이차적 버)를 가지고 있는 상태로 제1 위치를 떠난다. 발명의 과정에서, 톱니 에지의 챔퍼부의 형성이 단부 정면 재료 돌출부의 동시적 절삭과 함께 조합될 때, 워크피스의 제1 위치에서의 체류 시간이 최소화되지만, 이는 단부 표면에서 절삭되어 떨어져 나오면서 이미 냉간 경화되기 시작하는 재료가 재성형 톱의 작업 구역 내로 들어가, 그 결과 냉간 경화된 부분적으로 챔퍼링된 톱니 플랭크의 여러 위치 내로 압입됨으로써, 톱니 플랭크의 표면 품질이 그 작용 위치들에서 저하되는 위험성을 수반한다는 사실이 밝혀졌다.
- [0008] 본 발명에 의해 규정되는 순서로 전술의 방법을 실행하는 것에 의하면, 단부 표면 상의 돌출부가 제거되기 전에, 톱니 에지의 챔퍼부로의 재성형은 이미 완료되기 때문에, 상기의 위험성이 완전히 제거된다. 또한, 워크피스는 제1 위치로부터 추가적인 처리를 위해 신속하게 이동될 수 있다.
- [0009] 또한, 본 발명에 의한 방법은 제1 위치에서의 톱니 에지의 재성형에, 특히 워크피스 축선이 수직방향으로 배향되는 경우에 고가의 칩 제거 대비책을 필요로 하게 되는 칩 스트림이 불가결하게 수반되는 상황을 제거한다.
- [0010] 본 명세서에서 사용되는 "톱니" 또는 "기어"라는 단어를 포함하고 있는 표현은 임의의 종류의 내부 또는 외부 치형 프로파일을 의미한다. 특히, 그와 같은 치형 프로파일은 원통형 또는 원추형으로 형성될 수 있다.
- [0011] 플랭크측의 재료 돌출부의 제거에 관하여, 여러 가지 생각해볼 수 있는 가능성이 존재한다. 특히 바람직한 것으로, 이 작업은 기계가공 톱의 칩 절삭 맞물림을 통해 실행될 수 있다.
- [0012] 원리상으로, 상기 방법은 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일을 이미 가지고 있는 워크피스에 사용될 수 있다. 하지만, 워크피스 블랭크(blank)로부터 또는 황삭가공된 기어 프로파일로부터의 기어 프로파일의 기계가공 자체는 방법의 예비 단계일 수 있다. 이 경우, 특히 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일은 특히 제2 위치와 일치하는 제3 위치에서 기계가공된다.
- [0013] 제3 위치가 제2 위치와 일치하지 않는 경우, 제2 위치 자체는 제1 위치와 다르고, 그럼에도 불구하고 제3 위치는 제1 위치와 다른 위치인 것이 바람직하다. 이는 여러 개의 워크피스가 동시에 처리되는 것을 허용하기도 하는 조건을 만든다.
- [0014] 상기 방법의 특히 바람직한 실시형태에 있어서, 추후에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일은 톱과 워크피스 사이의 절삭 맞물림, 특히 재료 돌출부의 제거용으로 사용되는 종류의 절삭 맞물림을 통해 동일한 톱을 채용하여 생성된다. 예컨대, 워크피스의 기어 프로파일이 필요한 기계 축선들과 그 규정 설정을 가지는 호빙에 의해 생성되는 경우, 호빙 공정의 기계 축선들과 그 설정은 플랭크측의 재료 돌출부의 제거를 위해서도 사용된다. 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일의 창성이 황삭 절삭 톱에 의해 실행되도록 톱 자체는 상이할 수 있을 것이며, 플랭크측의 재료 돌출부의 제거는 다듬질 톱에 의해 실행될 수 있을 것이다. 하지만, 상기 방법의 특히 단순한 실시형태에 있어서는, 동일한 기계가공 톱이 사용된다.
- [0015] 원리상으로, 방법의 2가지 변형예를 생각해 볼 수 있다. 방법의 제1 변형예에 따르면, 플랭크측의 재료 돌출부를 제거하는 작업은 재가공될 톱니 에지를 구비하여 창성된 기어 프로파일이 이미 원하는 톱니 플랭크의 기하형상과 일치하여, 플랭크측의 돌출부의 제거에서는 기본적으로 돌출부 재료만이 제거되고, 톱니 플랭크의 다른 부분에서는 더 이상의 절삭 맞물림이 일어나지 않는다는 가정에 따른다. 플랭크측의 재료 돌출부의 제거를 위한 송입 깊이는 따라서 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일의 창성을 위해 설정하는 가장 깊은 송입 깊이와 같다.
- [0016] 방법의 또 다른 변형예에 따르면, 플랭크측의 재료 돌출부의 제거를 위한 송입 깊이는 톱니의 창성에 있어서의 최대 송입 깊이보다 더 깊게 설정된다. 따라서, 기어 프로파일이 창성된 후에도, 추가적인 재료가 예컨대 다듬질 단계 등에서 전체 톱니 플랭크로부터 제거된다. 이 최종 작업은 에지의 또 다른 재가공을 요하게 되는 새로운 일차적 버를 발생시키지 않는다.
- [0017] 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일을 창성하기 위해 여러 가지 종류의 기계가공 공정을 생각해 볼 수 있다. 하지만, 바람직한 선택은 특히 2개 이상의 워크피스의 병렬 처리에 이러한 방법이 사용되는 경우에 짧은 기계가공 시간으로 차별화되는 호빙이다.

- [0018] 톱니 에지의 재가공에서 소성 성형을 받게 되는 재료의 양을 제한하고자 하는 목적을 가지는 방법의 바람직한 실시형태에 있어서는, 재료는 톱니의 재가공의 사전에 특히 제3 위치에서, 적어도 창성된 기어 프로파일의 단부 표면으로부터, 특히 하단부 표면으로부터 제거된다. 특히 워크피스 축선이 수직방향으로 배향되어 있을 경우에는, 톱니 에지의 재가공의 사전에 적어도 하단부 표면에서 축선방향으로 단부 표면을 넘어 돌출하고 있는 재료를 제거하는 것이 바람직한 실시예이다. 기계 톱의 디자인에 따라, 동일한 작업이 상단부 표면에서도 실행될 수 있을 것이다. 한편으로, 그 효과가 하단부 표면에서보다 작을 것임을 고려하여, 방법의 구조상의 구현에 있어서의 폭넓은 가능성을 얻기 위해, 상단부 표면으로부터의 재료의 사전 제거의 선택지는 무시한다. 재료의 제거는 그 자체는 구동되지 않는 절삭 톱에 의한 세이빙 작업으로 실행될 수 있다. 한편으로, 절삭 톱 상에 다수의 작은 기하형상으로 형성된 절삭 에지를 배치시키고 구동형 톱을 사용하는 것도 생각해 볼 수 있다.
- [0019] 동일한 기계가공 톱 또는 동일하거나 유사한 디자인의 톱이 단부 표면으로부터 밀려나온 재료 돌출부를 제거하는 데 사용될 수도 있을 것이다. 따라서, 방법의 한 실시형태에 있어서는, 적어도 한쪽 단부 표면의 단부 정면 재료 돌출부의 제거가 제2 위치에서, 특히 절삭 톱에 의한 세이빙 작업을 통해 또는 정면 밀링 커터 종류의 구동형 절삭 톱에 의해 실행되는 것이 구상된다. 따라서, 워크피스의 양 단부 표면이 이런 식으로 기계가공되는 경우, 이 가공 작업에서 발생하는 모든 칩들은 워크피스가 제2 위치에 있는 동안 수집될 수 있다. 절삭 작업이 예컨대 하단부 표면에서만(워크피스의 회전 축선의 수직방향 배향에 의해) 실행되는 경우, 단부 정면 돌출부의 제거에서 발생한 칩의 적어도 일부분이 제2 위치에서 수집될 수 있다. 제2 위치와 제3 위치가 일치하는 경우, 칩의 발생은 그에 따라 대부분이 또는 더 나아가서 전체가 제2 위치에 집중된다. 이는 칩의 폐기를 위해 요구되는 디자인 대비책을 단순화시킨다.
- [0020] 방법의 또 다른 바람직한 단계에 있어서, 플랭크측의 재료 돌출부가 제거된 후, 워크피스를 워크피스가 기계 톱에서 취출되는 제4 위치로 이동시키는 것이 구상된다. 이는 제2 위치에 워크피스 교환기에 대한 접근을 허용하는 가용 공간이 충분하지 않을 경우나, 어떠한 이유로 특히 여러 개의 워크피스가 동시에 기계가공되는 경우의 공정의 적합한 구성을 위해 워크피스의 변화가 또 다른 위치에서 일어나야만 하는 경우에 유리할 수 있다. 워크피스를 해당 워크피스 스핀들로부터 클램핑 해제시키는 것을 포함하는 워크피스 취출 후에, 새로운 워크피스가 동일한 워크피스 스핀들에 클램핑될 수 있다.
- [0021] 방법의 또 다른 실시형태에 있어서, 적어도 한쪽 단부 표면에서의, 특히 양쪽 단부 표면에서의 단부 정면 재료 돌출부의 제거는 제4 위치에서, 특히 기계가공에서 워크피스를 취출하기 전의 최종 작업으로서 실행될 수 있다. 이는 제2 위치에서의 기계가공 톱과 그 지지 구조부의 디자인 및 배치에 대한 더 큰 자유도를 제공한다. 특히 마찬가지로 유리하다고 생각되는 방법의 변형예에 의하면, 단부 정면 돌출부의 제거에 적합한 기계가공 톱이 톱니 에지를 재가공하기 전에 축선방향 돌출부를 제거할 목적으로 제2 위치에 존재하는 경우에도, 단부 정면 재료 돌출부의 제거는 그러한 톱에 의해 실행되지 않고, 제4 위치에서 실행된다(다른 적합한 기계가공 톱에 의해). 이는 챔퍼부의 형성 이전에 축선방향 돌출부를 제거하는 작업에 의한 기계가공 톱의 열화가 챔퍼부의 형성 이후의 워크피스에 다시 전해지지 않아, 그 결과 챔퍼부의 영역에서의 워크피스의 표면 품질이 더 향상된다. 기계가공 톱로서, 예컨대 세이빙 커터나 구동형 정면 밀링 커터 톱을 다시 사용할 수 있을 것이다.
- [0022] 전술한 바와 같이, 본 발명에 따른 방법은 특히 복수의 워크피스의 병렬적 기계가공에 특히 적합하다. 구체적으로, 제1 워크피스의 톱니 에지가 제1 위치에서 재가공되고 있는 동안에, 또 다른 워크피스(그 톱니 에지는 추후에 재가공됨)의 기어 프로파일이 제3 위치에서 창성되는 것을 구상할 수 있을 것이다.
- [0023] 또한, 상기 또 다른 워크피스는 특히 시간 경과와 함께 제1 워크피스(전술한 방법의 실시형태에서 유일한 공정 중의 워크피스로서 취급됨)와 동일한 위치에서의 동일한 기계가공 단계들을 거치고, 또한, 상기 또 다른 워크피스가 제2 위치에 있는 동안, 또 다른 제3 워크피스가 제4 위치에서의 기계가공 공정에 도입될 수 있다.
- [0024] 예컨대, 방법에 따른 제3 위치가 제2 위치와 상이하고, 제4 위치가 제1 위치와 상이한 경우, 대응하는 기어 절삭 기계는 적어도 4개의 워크피스 스핀들을 가지게 될 것이며, 적어도 4개의 워크피스를 동시에 기계가공할 수 있을 것이다. 하나의 실시예로서, 블랭크 형태의 제1 워크피스가 워크피스 교환 포지션(제4 위치)에서 워크피스 스핀들에 클램핑될 수 있을 것이다. 기어 절삭 기계의 캐리어의 적절한 운반 운동을 통해, 이 워크피스 스핀들은 예컨대 추후에 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일이 호빙 작업에 의해 창성되는 곳인 예비 밀링 포지션(제3 위치)으로 옮겨진다. 다음으로, 제1 워크피스는 톱니 에지의 재가공이 일어나는 곳인 챔퍼링 스테이션(제1 위치)으로 옮겨진다. 제1 워크피스는 단부 정면 재료 돌출부가 여전히 제자리에 있는 상태로 챔퍼링 위치를 떠나, 정밀 밀링 작업으로 단부 정면 재료 돌출부도 제거하는 호빙 톱에 의해 정밀 밀링 작업이 일어나는 곳인 정밀 밀링 스테이션(제2 위치)으로 옮겨진다. 워크피스는 그 후에 정밀 밀링 스테이션으로부터 워크

피스 교환 포지션으로 복귀되고, 그곳에서 워크피스는 취출되고 새로운 워크피스가 워크피스 스핀들에 클램핑된다.

[0025] 방법의 이 실시형태에 있어서, 제2 워크피스가 제1 워크피스가 예비 밀링되는 동안에 특히 동일한 캐리어에 의해 지지되는 제2 워크피스 스핀들에 클램핑될 수 있다. 제1 워크피스가 챔퍼링 포지션에 있는 동안에, 제2 워크피스는 예비 밀링 포지션에서 예비 밀링되고, 제3 워크피스가 워크피스 교환 포지션에서 제3 워크피스 스핀들에 클램핑된다. 정밀 밀링 포지션에서의 제1 워크피스의 정밀 밀링 중에, 제2 워크피스는 챔퍼링 포지션에 있고, 제3 워크피스는 예비 밀링되고, 제4 워크피스가 워크피스 교환 포지션에서 제4 워크피스 스핀들에 클램핑된다. 4개의 워크피스 스핀들을 구비하는 이러한 방법의 변형예에서는, 단부 정면 재료 돌출부의 제거는 정밀 밀링 포지션(제2 위치)이나 워크피스 취출 전의 워크피스 교환 포지션(제4 위치)에서 일어난다.

[0026] 본 방법의 병렬 처리가 예컨대 2개의 워크피스 스핀들을 이용하는 것에 의해 실행될 경우, 제3 위치는 제2 위치와 일치되게 하고, 제4 위치는 제1 위치와 일치되게 할 것이다. 그 결과, 재가공될 톱니 에지를 구비한 기어 프로파일이 예컨대 호빙 톨에 의해 창성되는 곳이면서 플랭크측의 재료 돌출부의 제거가 일어나는 곳인 하나의 기계가공 포지션을 얻게 된다. 다른 하나의 기계가공 포지션은 톱니 에지를 챔퍼부로 재가공하기 위해 또한 워크피스의 교환을 위해 이용된다. 따라서, 매 워크피스는 새로운 워크피스로 교환되기 전에 워크피스 교환 포지션으로부터 밀링 포지션으로 또한 그 역으로 2회 이동된다. 이 방법의 실시형태에 있어서, 단부 정면 재료 돌출부의 제거가 밀링 포지션에서만 실행되는 경우에는, 워크피스 교환 포지션에서는 어떠한 칩도 발생되지 않는다. 하지만, 상술한 바와 같은 이유로, 그럼에도 불구하고 단부 정면 재료 돌출부의 제거가 워크피스 교환 포지션에서 기어 절삭 기계로부터 취출되기 전에 실행되는 경우에 유리할 수 있다. 이는 기어 절삭 기계의 기술적 복잡성이 감소되기 때문에(단지 2개뿐인 워크피스 스핀들로 인해), 특히 바람직한 방법의 실시형태이다.

[0027] 본 설명에서, 제1 위치와 일치하고 있는 제4 위치에서, 워크피스의 제거 및/또는 새로운 워크피스의 공급을 행하는 데 사용되는 장치를 수용하는 공간이 단부 정면 재료 돌출부의 제거를 위해 사용되는 장치를 수용하는 공간과 중첩되는 것을 구상할 수 있을 것이다. 이는 예컨대 워크피스 스핀들 샤프트의 캐리어에 연결되어 있지 않고 그 위치를 차지하고 있는 워크피스에 대해 이동가능하도록 설계되어 있는 톨이 단부 정면 재료 돌출부의 제거를 위한 기계가공 포지션으로 진행되고, 그 후에 워크피스 교환기가 이동하여 작동하기 위한 공간을 만들기 위해 후퇴 포지션으로 복귀되는 구성에 의해 실현될 수 있다.

[0028] 장치의 관점에서, 본 발명은 기어 프로파일의 창성 및/또는 다듬질을 위한 기어 절삭 기계로서, 적어도 2개의 포지션 사이에서 이동가능하여, 회전 구동원에 연결된 적어도 하나의 워크피스 스핀들을 지지하는 캐리어; 워크피스 스핀들에 클램핑되어 캐리어에 의해 취해진 포지션에 의해 정해진 위치에 배치되어 있는 워크피스의 기어 프로파일의 단부 정면 톱니 에지의 재가공을 행하는 장치; 및 적어도 캐리어의 운동을 안내하는 제어 장치;를 포함하고 있고, 상기 제어 장치는 워크피스가 재가공 작업 중에 생긴 치형 프로파일의 단부 표면 쪽에서의 재료 변위에 의해 발생한 단부 정면 돌출부를 여전히 가지고 있을 경우에 또 다른 포지션으로의 캐리어의 이동을 안내하도록 되어 있는 기어 절삭 기계를 제공한다.

[0029] 본 발명의 기어 절삭 기계의 장점은 상술한 본 발명의 방법의 장점으로부터 유발된다. 특히, 기어 절삭 기계는 회전 구동원에 연결되어 있고, 클램프에 의해 유지되어 캐리어에 의해 차지되는 적어도 하나의 다른 포지션에 의해 한정되는 위치에 배치된 워크피스에 기어 프로파일을 창성하도록 기능하는 톨, 특히 호빙 톨을 유지시키도록 설계되어 있는 톨 스핀들을 포함하고 있는 것이 구상된다.

[0030] 기어 절삭 기계는 또한 하나의 캐리어 포지션 및/또는 다른 하나의 캐리어 포지션에 의해 한정되는 위치에서 기어 프로파일의 적어도 한쪽 단부 표면 또는 양쪽 단부 표면에서 재료를 제거하기 위한 장치, 특히 비구동형 셰이빙 커터 또는 정면 밀링 커터 종류의 구동형 톨 형태의 장치를 포함할 수 있다.

[0031] 가공 작업들을 동시에 실행하는 장점의 관점에서, 기어 절삭 기계는 캐리어 상에 회전가능하게 지지되어 구동원에 연결되어 있는 적어도 하나의 또 다른 워크피스 스핀들을 구비할 수 있고, 2개의 스핀들 상에 클램핑된 2개의 워크피스 중, 하나는 제1 위치에 위치되는 한편, 다른 하나는 제2 위치에 위치되고, 2개의 워크피스의 포지션이 캐리어의 운동, 특히 회전에 의해 전환될 수 있다.

[0032] 특히 바람직한 실시형태에 있어서, 단부 정면 톱니 에지의 재가공을 행하기 위한 장치 및 축선방향 돌출부 및/또는 단부 정면 재료 돌출부의 제거를 행하기 위한 장치는 상이한 작업 높이들(워크피스 축선의 수직방향 배향을 가정)에서 작동하고 특히 회전 샤프트의 형태를 가진 워크피스의 기어 프로파일을 가공할 수 있는 성능을 가진, 워크피스 축선에 평행한 선형 이동성의 구성요소와 함께 이동가능하게 지지된다. 하나의, 2개의 또는 그

이상의 워크피스 스펀들을 유지시키는 회전 캐리어와 조합하여, 워크피스의 회전 축선에 평행한 이동성을 가진 챔퍼링 툴을 지지한다는 이러한 개념은 챔퍼링 및 버 제거 공정의 특성 및 순서와는 별개로 그 자체로 보호의 가치가 있는 대상으로서 여기에 개시된다.

[0033] 본 발명의 또 다른 양태로서, 기어 절삭 기계의 제어기는 상술한 방법의 양태들 중의 하나에 따른 방법을 실행함에 있어 기계가공 툴을 제어하도록 설계되어 작동가능하다.

도면의 간단한 설명

[0034] 본 발명의 더 상세한 사항, 차별적 특징 및 장점은 여기에 간단히 설명되는 도면을 참조하는 이하의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도 1은 4개의 상이한 작업 위치를 갖는 제1 실시형태에 있어서의 본 발명에 따른 방법을 개략적으로 도시하고 있다.

도 2는 단지 2개의 작업 위치만을 갖는 본 발명에 따른 방법을 개략적으로 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 도 1의 상부는 수직방향 회전 축선(Z_0)을 중심으로 회전가능한 캐리어(100)의 개략적 상면도를 도시하고 있다. 캐리어(100)는 서로 등각도로 이격된 4개의 회전가능한 구동형 워크피스 스펀들(1, 2, 3, 4)을 지지하고 있다. 따라서, 캐리어(100)가 90° 만큼 회전될 때, 각각의 워크피스 스펀들은 회전 방향으로 이전에 앞서의 스펀들이 차지하였던 포지션으로 이동한다. 예컨대, 캐리어(100)가 도 1에 표시된 방향으로 90° 만큼 회전될 때, 워크피스 스펀들(1)은 이전에 워크피스 스펀들(2)이 차지하였던 포지션을 차지한다. 이 실시예에서의 캐리어(100)는 4개의 상이한 작업 포지션, 즉 도 1에 도시된 포지션과 그 포지션으로부터 각각 90°, 180° 및 270° 만큼 회전된 3개의 추가적인 포지션을 차지할 수 있다.

[0036] 도 1에 도시된 캐리어(100)의 회전 포지션에서, 워크피스 스펀들(1)에 클램핑된 워크피스가 개략적으로 도시된 작업 스테이션(10)에서 처리될 수 있는 처리 포지션(α)이 주어진다. 이 실시예에서, 작업 스테이션(10)에는 규정된 파라미터에 따라 클램핑된 워크피스 상에 기어 프로파일을 창성할 수 있는 호빙 툴이 설치되어 있다. 처리 포지션(α)은 따라서 작업 스테이션(10)에 할당되어 있다. 또한, 작업 스테이션(10)에는, 워크피스의 단부 표면으로부터 호빙 공정의 결과로써 축선방향으로 돌출한 재료를 예컨대 그것에 의한 셰이빙 작업을 통해 제거하는 절삭 툴이 배치되어 있다. 하지만, 이 목적으로 정면 밀링 커터와 유사한 구동형 회전 툴도 마찬가지로 사용될 수 있다. 전술의 표현에서, 처리 포지션(α)은 제3 위치에 대응된다.

[0037] 또 다른 처리 포지션(β)에서, 도 1에 도시된 바와 같이 캐리어(100)의 작업 포지션에 있어 워크피스 스펀들(2) 상에 안착된 워크피스는 작업 스테이션(20)에서 가공될 수 있다. 작업 스테이션(20)에는 예컨대 챔퍼링 휠과 같은 챔퍼링 툴이 설치되어 있고, 그것에 의해 처리 포지션(α)에서 창성된 기어 프로파일의 틱니 에지가 챔퍼부로 변환된다. 챔퍼부는 소성 변위에 의해 생성되고, 이 소성 변위는 이차적 버라고 불리는 재료 돌출부들이 챔퍼부의 축선방향 정면측과 더불어 플랭크측에서 밀려나오게 만든다.

[0038] 또 다른 처리 포지션(γ)에서, 또 다른 작업 스테이션(30)은 도 1에 도시된 바와 같이 캐리어(100)의 작업 포지션에 있어 워크피스 스펀들(3)에 안착된 워크피스를 처리하는 데 유용하다. 작업 스테이션(30)에는 단일 패스(pass)로 플랭크측의 재료 돌출부(이차적 버)를 제거하는 호빙 툴이 설치되어 있다. 이는 처리 포지션(α)에서 창성된 기어 프로파일의 전체 플랭크에서 추가적인 재료가 제거되는 다듬질 패스(finishing pass)의 부분일 수 있다. 하지만, 기본적으로 플랭크측의 재료 돌출부만이 제거되도록, 작업 스테이션(10)에서의 호빙 툴과 동일한 송입 깊이를 선택할 수도 있을 것이다. 또한, 이 실시예에 있어서의 작업 스테이션(30)에는 단부 표면 상의 재료 돌출부(이차적 버)를 제거하기 위한 절삭 툴도 설치되어 있다. 이 단계는 역시 예컨대 간단한 셰이빙 작업을 통해 또는 자체 구동형 운동을 실행하는 정면 밀링 커터와 같은 종류의 절삭 툴에 의해 실행될 수 있다.

[0039] 이 실시예에서, 작업 스테이션(α , β , γ)을 거친 워크피스는 세밀 기계가공 작업이 완료되고, 다음번의 캐리어(100)의 작업 포지션의 또 다른 위치(δ)로의 변화 후에, 워크피스는 워크피스 교환기(40)에서 취출될 수 있고, 그 후 새로운 워크피스 블랭크가 현재 위치(δ)에 있는 워크피스 스펀들(즉, 도 1의 도시에서의 워크피스 스펀들(4))에 클램핑될 수 있다. 이 실시예에서는, 위치(δ)에서는 워크피스에 어떠한 실제상의 작업도 실행되지 않는다. 하지만, 단부 정면 재료 돌출부(이차적 버)의 제거가 처리 포지션(γ)에서 처리 포지션(δ)로 변경될 수도 있을 것이다.

- [0040] 상기 도입된 명명법에 따른 처리 포지션(δ)은 따라서 제4 위치에 대응되는 한편, 처리 포지션(β)은 제1 위치에 대응되고, 처리 포지션(γ)은 제2 위치에 대응된다.
- [0041] 개별의 워크피스(A, B, C, D, E, F)의 처리 포지션(α , β , γ , δ)을 통한 통과가 도 1의 하반부에 개략적으로 표시되어 있다. 이 도표의 처음 2개의 행에 따르면, 워크피스(B)는 워크피스 교환기(40)에 의해 제4 워크피스 스펜들(4) 상에 설치되고 있는 한편, 워크피스(A)는 작업 테이블(100)의 90° 회전 이전에 이미 제1 워크피스 스펜들(1)에 설치되어 있다. 따라서, 워크피스(A)는 현재 처리 포지션(α)에 있다.
- [0042] 이제 기계가공 방법을 워크피스 스펜들(4) 상에 설치된 상태에서 처리 포지션(α , β , γ)을 통과하게 될 새롭게 설치된 워크피스(워크피스 플랭크)(B)와 관련하여 설명한다. 회전 캐리어(100)의 작업 포지션들 사이의 변화는 도 1의 하부의 도표에서 " $+\pi/2$ "가 표시된 등근 화살표로 지시되어 있다. 또한, "t"가 표시된 화살표는 도 1에서 시간의 흐름을 지시하는 한편, 도 1의 상부에서의 참조기호(Z_i)는 개별의 워크피스 스펜들의 수직방향 배향을 지시한다.
- [0043] 90° 회전을 실행하는 것에 의해 다음번 작업 포지션으로 회전시키는 회전 테이블(100)의 다음 단계 후에, 워크피스 스펜들(4)에 클램핑된 워크피스(B)는 호빙 작업에 의해 기어 프로파일이 생성되는 곳인 처리 포지션(α)에 있게 된다. 또한, 생성된 기어 프로파일의 하단부 표면으로부터 돌출한 재료는 상술한 바와 같이 제거된다.
- [0044] 회전 테이블(100)의 다음 단계에 의해, 이제 기어 프로파일을 가지고 있는 워크피스(B)는 처리 포지션(β)에 도달한다. 이 위치에서, 기어 프로파일의 톱니 예지가 챔퍼링되고, 이에 의해 챔퍼부의 양측, 즉 단부 표면측과 플랭크측에 이차적 버가 발생된다.
- [0045] 계속되는 공정은 이제 워크피스(B)가 여전히 기어 프로파일의 단부 표면측과 플랭크측에 재료 돌출부(이차적 버)를 가지고 있는 상태로 처리 포지션(γ)으로 단계 진행하도록 제어된다. 따라서, 적어도 워크피스(B)에 관한 한, 상기 단계 진행은 이미 챔퍼링이 이루어진 후에 일어날 수 있다. 즉, 상기 단계 진행은 이차적 버에 대한 버 제거 작업이 기계가공 작업 직후에 실행되었던 즉 여전히 처리 포지션(β)에서 실행되었던 경우보다 현저히 빠르게 일어날 수 있다. 이와 동시에, 상기 단계 진행은 이차적 버 제거가 챔퍼링 작업과 동시에 실행될 때 존재하는 위험성, 즉 단부 표면으로부터 절삭되어 나온 냉간 경화 재료가 냉간 경화된 부분적으로 챔퍼링된 플랭크 에지 내로 압입될 수 있는 위험성을 회피시킨다.
- [0046] 따라서, 단부 정면 이차적 버를 제거하는 작업은 챔퍼링 작업 자체와 분리되어, 전술한 바와 같이, 이 실시예에서 처리 포지션(γ)에서 또는 가능하게는 처리 포지션(δ)에서 일어난다. 처리 포지션(γ)에서, 작업 스테이션(30)은 전술한 작업을 통해 플랭크측의 이차적 버를 제거한다.
- [0047] 또 다른 단계 이동 후에, 워크피스는 단부 정면 이차적 버 제거 작업이 처리 포지션(γ)에서 일어나지 않았을 경우에 단부 정면 이차적 버가 제거되는 곳이며, 워크피스가 워크피스 교환기(40)에 의해 취출되고 새로운 워크피스 플랭크(F)로 교체되는 곳인 처리 포지션(δ)으로 복귀한다.
- [0048] 도 1의 하반부의 도표는 또한 공정 순서에서 한 단계 진행한 스펜들(1) 상의 워크피스(A)가 상기 방법을 예시하기 위해 앞서 설명된 워크피스(B)와 동일한 각각의 포지션(α , β , γ , δ)에서의 작업들을 거친다는 것을 나타내고 있다. 또한 명확한 바와 같이, 워크피스(C)는 워크피스(B)의 한 단계 뒤에서 진행하며 처리되고, 워크피스(D)는 워크피스(B)의 두 단계 뒤에서 진행하며 처리되는 식이다. 물론, 회전 테이블(100)은 매 하나씩의 작업 스테이션(α , β , γ)에서의 각각의 가공 작업과 포지션(δ)에서의 워크피스 교환이 완료된 후에만 단계 진행된다. 호빙 작업에 필요한 인덱싱(indexing)(센터링(centering))은 워크피스 교환 직후에 위치(δ)에서 또는 선택적으로 회전 테이블(100)의 이동에 참여하는 인덱싱 장치에 의해 회전 테이블(100)의 단계 이동 중에 또는 위치(α)에서도 일어날 수 있다.
- [0049] 이하에, 본 발명에 따른 방법의 또 다른 실시형태를 설명한다. 여기서는, 한편으로 위치(α)와 위치(γ)가 서로 일치하고, 다른 한편으로 위치(β)와 위치(δ)가 서로 일치한다. 이 실시예에서의 회전 테이블(100)은 180° 만큼의 회전 테이블(100)의 회전으로 상호 포지션을 전환시키는 2개의 워크피스 스펜들(1, 2)이 설치되어 있다. 스테이션(10, 20, 40)의 참조기호들은 도 1에서와 동일하다. 스테이션(10)은 워크피스의 플랭크의 기계가공과 관련한 한 어떤 경우에도 앞서 작업 스테이션(10, 30)에 의해 실행되었던 작업들을 실행한다.
- [0050] 도 2의 하반부의 표에서 명백한 바와 같이, 이 구성에 의하면 단지 2개의 워크피스(A, B)만이 동시에 처리될 수 있다. 워크피스 스펜들(2) 상에 설치된 워크피스(B)는 처음에 처리 포지션(γ)으로 이동되고, 다음으로 톱니 에지의 챔퍼링을 위해 처리 포지션(β)으로 복귀되고, 후속하여 여전히 단부 표면측의 이차적 버와 플랭크측의

이차적 버를 가지고 있는 상태로 다시 처리 포지션(γ)으로 이동되어, 플랭크측의 재료 돌출부(이차적 버)가 이 실시예에서 호빙(다듬질 패스)에 의해 제거된다. 단부 정면 이차적 버의 제거에 관해서는, 2가지 상이한 선택지가 있다. 첫번째 선택지로서, 작업 스테이션(10)에 적합한 셰이빙 툴 또는 정면 밀링 커터 방식의 적합한 구동형 툴이 설치될 수 있을 것이다. 툴 캐리어 장치는 안정성과 강성의 손실 없이 정면 밀링 툴을 위한 필요 공간을 제공하기 위해 더 큰 구조로 이루어져야만 할 수 있다. 결과적으로, 이 선택지는 칩이 처리 포지션(γ)에서만 발생되고, 칩의 제거를 위해 처리 포지션(β)에서는 어떠한 고가의 추가적인 대비책도 취해질 필요는 없다는 장점을 가진다.

[0051] 또 다른 선택지로서, 단부 정면 이차적 버의 제거를 위한 툴이 작업 스테이션(20)에 배치될 수도 있을 것이며, 단부 정면 이차적 버는 워크피스의 처리 포지션(β)으로의 복귀 후에 즉 워크피스가 취출되기 전에 제거될 수 있을 것이다. 이 구성에 의하면, 제어 순서는 챔퍼링 완료되었지만 여전히 이차적 버를 가지고 있는 워크피스의 포지션 변화를 나타내기 때문에, 역시나 단부 정면 이차적 버의 제거로 절삭되어 나온 냉간 경화된 재료가 챔퍼링 공정의 결과인 톱니 에지 내로 다시 압입될 수 있는 위험성이 없다.

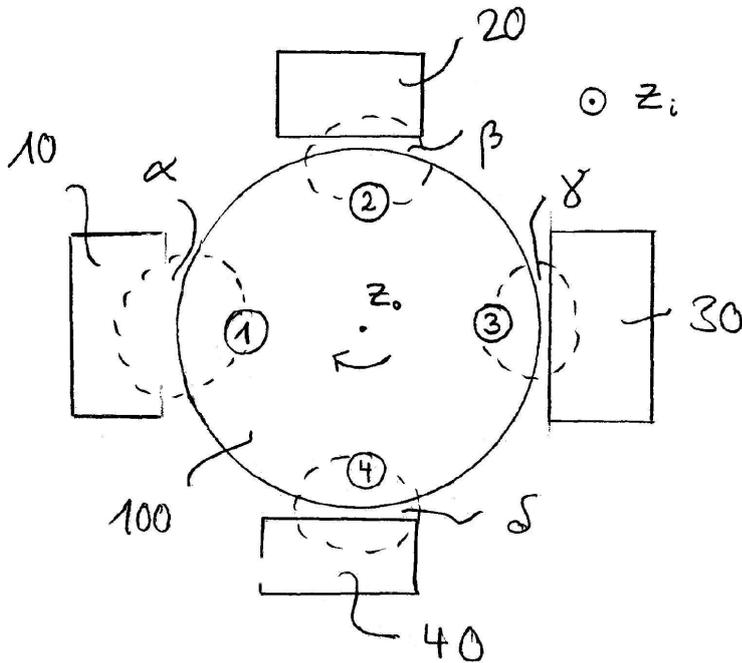
[0052] 도 2의 상부에 도시된 바와 같이, 챔퍼링 장치(및, 가능한 경우, 단부 정면 이차적 버를 제거하는 장치)는 처리 포지션(β)의 작업 구역 내외로 이동될 수 있는 한편, 워크피스-교환 장치(40)도 마찬가지로 상기 구역 내외로 이동될 수 있어, 이들 장치는 그들 각자의 작업을 실행할 때 서로 방해되지 않는다.

[0053] 도 2의 변형예는 워크피스가 일단계 창성 작업으로 플랭크측에서 기계가공될 수도 있다는 또 다른 장점을 가진다. 이 실시형태의 방법에 의하면, 처리 포지션(γ)에서의 첫번째 밀링 작업(워크피스 완전체로부터의 밀링)과 후속하는 챔퍼링 후에, 워크피스는 처리 포지션(γ)에서는 어떠한 더 이상의 작업도 받지 않는다. 그보다는, 워크피스는 이 처리 포지션을 단지 한번만 통과하고, 챔퍼링 및 가능한 경우 버 제거 후에 워크피스 교환기(40)에 의해 취출된다. 작업 스테이션(20)은 이 경우, 이 단계가 여기에 도시되지 않은 또 다른 작업 스테이션에 맡겨지지 않는다면, 플랭크측의 이차적 버를 제거하기 위해 기능이 확장될 수 있을 것이다.

[0054] 본 발명의 방법을 실행하기 위해 설계된 이와 같은 구성은 따라서 필요한 경우 추가적으로 단일 단계 밀링을 허용하기 때문에 그 용도가 더 다양하다. 또한, 2 단계 밀링(황삭 밀링-챔퍼링-정밀 밀링)에 의하면, 여전히 이차적 버를 가지고 있는 워크피스가 챔퍼링 포지션(β)으로부터 회전 테이블(100)의 회전 운동을 통해 밀링 포지션(γ)으로 전환되기 때문에, 짧은 전체 공정 시간과 높은 품질의 최종 기어 프로파일의 좋은 조합이 성취된다.

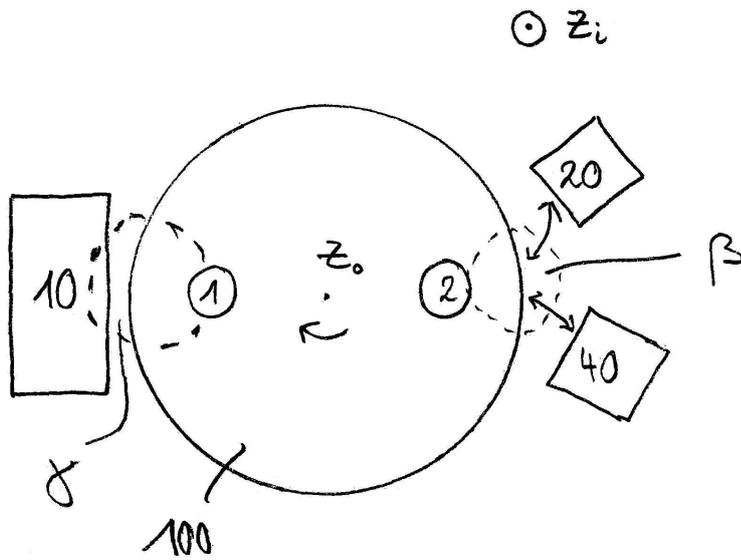
도면

도면1



	α	A	1	β	-	2	
$+\pi/2$	γ	-	3	δ	+B	4	$\downarrow t$
	α	B	4	β	A	1	
$+\pi/2$	γ	-	2	δ	+C	3	
	α	C	3	β	B	4	
$+\pi/2$	γ	A	1	δ	+D	2	
	α	D	2	β	C	3	
$+\pi/2$	γ	B	4	δ	A→E	1	
	α	E	1	β	D	2	
$+\pi/2$	γ	C	3	δ	B→F	4	

도면2



π π π π π π	δ	A	1	β	+B	2
	δ	B	2	β	A	1
	δ	A	1	β	B	2
	δ	B	2	β	A \rightarrow C	1
	δ	C	1	β	B \rightarrow D	2
	δ	D	2	β	C	1

t