(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2025-0100635
(43) 공개일자 2025년07월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23F 17/00 (2006.01) *B23F 19/10* (2006.01)
B23F 5/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
B23F 17/006 (2013.01)
B23F 19/102 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2025-7012787
(22) 출원일자(국제) 2023년11월06일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2025년04월18일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2023/080880
(87) 국제공개번호 WO 2024/099987
국제공개일자 2024년05월16일
(30) 우선권주장
10 2022 004 131.6 2022년11월07일 독일(DE)

(71) 출원인
글리슨-파아우터 마쉰넨파브리크 게엠베하
독일 71636 루트비히스부르크 다이믈러슈트라쎄 14
(72) 발명자
브로그니 요하네스
스위스 3293 도치겐 아레베크 26
크뢰머 마르쿠스
독일 3250 리스 카펠렌슈트라쎄 11
슈메쩌 랄프
독일 71634 루드비크스부르크 뤼더리츠슈트라세 8
(74) 대리인
특허법인와이에스장

전체 청구항 수 : 총 16 항

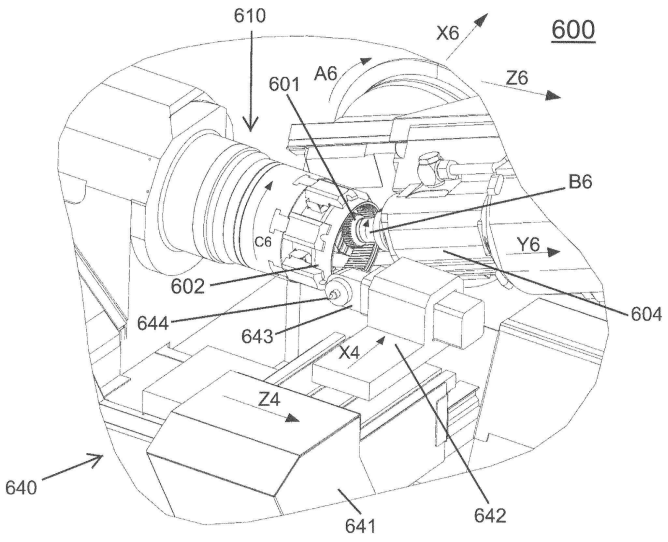
(54) 발명의 명칭 **후속 모따기를 갖는 치형성 기계가공을 위한 방법**

(57) 요 약

본 발명은 제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부가 생성 또는 기계가공되고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 기계가공된 치형

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도6



성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구와 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 모따기 공구와 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 공작물 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되는, 치형성 기계가공을 위한 방법으로서, 모따기 동안 공작물과 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 공작물 치형부의 피치의 절반보다 더 크지 않으며, 공구 회전축과 공작물 회전축 사이의 축 교차각 및/또는 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90°로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 이송 이동의 주 방향 성분은 공구 회전축의 방향으로 연장되며, 절삭 에지는, 적어도 공작물 치형부의 치 높이의 절반인 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서 보다 모따기 공구의 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 갖는, 방법에 관한 것이다.

(52) CPC특허분류
B23F 5/163 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계(toothing machine)(500) 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부(toothing)가 생성 또는 기계가공되고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들(10) 상의 상기 기계가공된 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 상기 공작물을 위한 공작물-특정 모따기 공구(workpiece-specific chamfering tool)(1)와 상기 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 상기 모따기 공구와 상기 공작물 사이의 이송(feed) 이동(V)에 의해, 상기 모따기 공구의 절삭 에지(15)를 사용한 절삭에 의하여 상기 공작물 치형부의 치 플랭크(tooth flank)의 치 단부 에지(5)에 모따기부(chamfer)가 생성되는, 치형성 기계가공을 위한 방법으로서, 모따기 동안 상기 공작물과 상기 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 상기 공작물 치형부의 피치(pitch)의 절반보다 더 크지 않으며, 상기 공구 회전축과 상기 공작물 회전축 사이의 축 교차각(axis crossing angle) 및/또는 상기 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 상기 공작물의 단부 면(6)에 대해 수직인 표면과 상기 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 상기 이송 이동(V)의 주 방향 성분은 상기 공구 회전축의 방향으로 연장되며, 상기 절삭 에지는, 적어도 상기 공작물 치형부의 치 높이의 절반인 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서보다 상기 모따기 공구의 상기 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 갖는, 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 모따기 공구로 모따기된 동일한 치 간극의 상기 치 단부 에지와 상이한 상기 치 단부 에지는 제3 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 추가적인 모따기 공구로 모따기되는, 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 모따기 공구 및/또는 상기 추가적인 모따기 공구로 모따기할 때, 바람직하게는 둘 모두의 공구들로 모따기할 때, 상기 공작물 축에 평행한 절삭 속도의 방향 성분은 상기 공작물 치형부의 축방향 중심으로부터 멀어지게 지향되는, 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 모따기는 상기 치형성 기계가공 공구를 이용한 상기 치형성 기계가공과 동일한 제어 장치로 제어되는, 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 모따기의 적어도 하나의 제어 파라미터는 상기 치형성 기계가공 공구를 이용한 상기 치형성 기계가공의 제어 파라미터의 변화의 함수로서 상기 모따기에 통합되는, 방법.

청구항 6

제5항에 있어서, 모따기 동안의 상기 제어 파라미터는, 상기 공작물 치형부의 최종 기하학적 구조와 비교하여 후속적인 하드 피니싱(hard finishing) 작업에서 제거될 허용량을 고려하여, 치 플랭크와 모따기부 사이의 전이 라인(transition line)의 진로에 영향을 미치는, 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 모따기는 상기 치형성 기계가공 공구에 의한 상기 치형부 기계가공으로부터 유래하는 냉각 및/또는 윤활 유체의 지속적인 존재 하에 수행되는, 방법.

청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 모따기에 의해 생성된 버어(burr)들은 추가적인 버어 제거 장치, 특히 브러시로 제거되는, 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제어 장치는 상기 단부 면에 대한 평행성(parallelity)으로부터 벗어나는, 모따기부와 플랭크 사이의 전이 라인의 진로를 생성하도록 상기 모따기를 제어하는, 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 축 교차각은 가변적으로 조절가능하고, 특히 회전축을 통해 조절가능하며, 특히 NC-제어되는, 방법.

청구항 11

제2항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 및 제3 공구 스핀들들은, 특히 적어도 2-이동 자유도를 갖는, 공통 캐리어에 의해 운반되는, 방법.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기계가공되고 모따기된 치형부는 내부 치형부인, 방법.

청구항 13

제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부가 생성 또는 기계가공되게 하고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 상기 기계가공된 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구와 상기 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 상기 모따기 공구와 상기 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 상기 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 상기 공작물 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되게 하는, 치형성 기계가공을 위한 설비(arrangement)로서, 모따기 동안 상기 공작물과 상기 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 상기 공작물 치형부의 피치의 절반보다 더 크지 않으며, 상기 공구 회전축과 상기 공작물 회전축 사이의 축 교차각 및/또는 상기 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 상기 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 상기 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 상기 이송 이동의 주 방향 성분은 상기 공구 회전축의 방향으로 연장되며, 특히 상기 절삭 에지는, 적어도 상기 공작물 치형부의 치 높이의 절반인 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서보다 상기 모따기 공구의 상기 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 갖는, 설비.

청구항 14

제13항에 있어서, 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 방법을 제어하도록 설계되고 프로그래밍된 제어 장치를 갖는, 설비.

청구항 15

제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 및 상기 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부를 생성 또는 기계가공하기 위한 치형성 공구를 회전 구동하기 위한 제1 공구 스핀들을 가질 뿐만 아니라 제13항 또는 제14항에 따른 모따기를 위한 설비를 갖는, 치형성 기계.

청구항 16

제15항에 있어서, 특히 동축인 제1 및 제2 공작물 스핀들 축들, 및 상기 제1 공작물 스핀들로부터 상기 제2 공작물 스핀들로 공작물들을 전달하는 재로딩(reloading) 시스템의, 상기 축들에 평행하게 연장되는 선형 이동 축을 갖는, 치형성 기계.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 후속 모따기(chamfering)를 갖는 치형성 기계가공(toothing machining)을 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 치형부(toothing)들이 기계가공된 후에 이들을 치 단부 에지(tooth end edge)들에서 모따기를 하는 것이 기술적으로 잘 알려져 있다. 예를 들어, 기어의 단부 면이 후속 작업들에서 평면 절삭 또는 결정 표면으로서 쓸모가 있는 것인 경우, 그의 평면성은 버어(burr)에 의해 방해받을 것이다. 또한, 경화 후, 버어는 기어가 나중에 기어 메커니즘에서 작동할 때 파손될 위험을 제기하고, 치 플랭크(flank) 또는 기어 메커니즘 구성요소들에 손상을 야기한다. 이 외에도, 그러한 버어는 또한 치형부 또는 치-형성된 공작물을 취급할 때 상해의 위험을 제기한다. 버어만 제거되고 치 에지 자체가 기계가공되지 않으면, 후자가 경화 동안 과도한 탄화로 인해 유리 경화되고, 이후에 응력 하에 파괴될 위험이 있다.

[0003] 이러한 단점에 대응하기 위해 많은 상이한 모따기 방법이 개발되었다. 유럽 특허 출원 공개 제1 279 127 A1호에 개시된 방법에서, 치 에지의 영역에서의 공작물의 재료는 이와 치 맞물림 상태로 롤링하는 모따기 휠에 의해 변위된다. 이러한 소위 롤링 디버링(rolling deburring) 또는 롤링 가압 디버링 동안에 생성되는 2차 버어(재료 축적)도 이후에 제거되어야 한다. 독일 특허 출원 공개 제10 2009 018 405 A1호는 그러한 2차 버어가 어떻게 적합하게 제거될 수 있는지를 교시한다.

[0004] 소성 프레싱(plastic pressing)에 의한 이러한 모따기에 대한 대안으로서, 절삭에 의해 치 에지에 모따기부(chamfer)를 생성하는 것이 가능하다. 독일 특허 출원 공개 제10 2009 019 433 A1호에 따르면, 적어도 하나의 절삭 에지를 갖는 실질적으로 원통형인 기계가공 공구가 공구 스핀들 상에 클램핑된다.

[0005] 독일 특허 출원 공개 제10 2013 012 797 A1호는 절삭 방식으로 또한 작업하는 방법을 개시하는데, 여기서 모따기 휠은 스카이빙(skiving) 휠과 실질적으로 유사하고, 추가적인 경사각이 스카이빙 맞물림의 표준 구성에 기초하여 설정된다. 여기서 설정되는 축 거리는 크기가 공작물 반경과 공구 반경의 합에 대응하고, 모따기는 공작물 축에 주로 평행한 이송(feed) 이동으로 수행될 수 있거나, 모따기 공구의 특별한 설계를 통해 모따기 공구에 통합될 수 있다. 비특허 문헌["Advances in Manufacturing Engineering and Materials," pp. 18-26]에 기술된 모따기 공정은 또한 공작물 축에 평행한 이송 이동으로 작동하는데, 여기서 공작물-특정 모따기 공구가 치 단부 에지들 및 치 간극 둘 모두를 동시에 기계가공하고, 공작물 축에 평행한 절삭 속도의 성분이 하나의 에지 상의 축방향 치형부 중심을 향해 그리고 다른 에지 상의 축방향 치형부 중심으로부터 멀어지게 지향된다.

[0006] 모따기 밀링 치가 공작물 치형부에서의 치 간극을 통과할 때, 후자가 치 간극의 둘 모두의 플랭크들에서 완전히 모따기되는 방식으로 그 프로파일이 설계된 공작물-특정 모따기 공구를 이용한 다른 절삭 모따기 공정(소위, "모따기-절삭 밀링")이 독일 특허 출원 공개 제10 2013 015 240 A1호에 개시되어 있다. 이들 "모따기-절삭 밀러(miller)"는 호브(hob)와 유사하게 보이지만, 동일한 프로파일 영역들의 비행 원(flight circle)들이 중첩한다. 기어 호빙에 더 밀접하게 배향된 추가의 절삭 모따기 작업이 독일 특허 출원 공개 제10 2018 001 477 A1에 기술되어 있다.

[0007] 독일 특허 출원 공개 제10 2013 015 250 A1호에 개시된 "모따기 절삭 밀러"와 유사한 원리에 따르면, 예를 들어 기어 메커니즘을 위해, 베벨을 생성하는 데 사용되는, 치 에지 상에서의 플라이 커터-유사(fly cutter-like) 제거가 또한 있는데, 여기서 예를 들어 엔드 밀(end mill)의 형태로 실현되는 회전식 플라이 커터들은, 공작물 치형부의 치 플랭크가 생성될 최종 기하학적 구조에 평행한 절삭 공정에 의해 기계가공 구역을 통한 단일 패스(pass)로 공작물 치형부의 치 플랭크가 기계가공되는, 공작물 치형부의 축에 비스듬한 방식으로, 그들의 공구 회전축과 정렬된다. 그러한 공정은, 예를 들어 비특허 문헌[T. Bausch, "Innovative Zahnradfertigung," Expert-Verlag, 3rd edition, on p. 323]에 기술되어 있다.

[0008] 독일 특허 출원 공개 제10 2014 218 082 A1호에 개시된 방법은 독일 특허 출원 공개 제10 2013 012 797 A1호의 기어 스카이빙 모따기와 유사하지만, 비스듬한 축 구성이 이미 치형성 기계에 구조적으로 통합된다.

[0009] 또 다른 모따기 기법이 독일 특허 출원 공개 제10 2018 108 632 A1호로부터 알려져 있는데, 여기서 핀(pin) 밀링 커터가 기계 축 이동에 의해 치 에지를 따라 이동된다 - 공작물 상에서의 간섭 윤곽으로 인해 "모따기-절삭 밀러" 또는 호빙-유형 공구를 사용하여 쉽게 도달될 수 없는 전방 에지들에 특히 적합한 모따기 기법 -.

[0010] 국제 출원 공개 WO 2019/017248 A1호는 롤러 가압 디버링과 같은 프레싱 공정을 사용하는 것, 그러나 단부 면의 방향으로 치 플랭크로부터 멀어지게 2차 버어 생성 중량을 이동시키는 것을 제안한다.

[0011] 배열 관점에서, 치 에지들을 모따기하기 위해 사용되는 기계가공 공구를 공작물 치형부를 생성하기 위해 사용되

는 호브와 동일한 샤프트 상에 배치하는 것이 유럽 특허 출원 공개 제1 495 824 A2호로부터 알려져 있다.

[0012] 이들 모따기 기법 모두는 그들의 이점과 단점을 갖는다.

발명의 내용

[0013] 본 발명은 간섭 윤곽들을 갖는 공작물들을 기계가공하기 위한 적합성 및 공정 설계의 단순성의 만족스러운 조합을 특히 달성하는, 후속 모따기를 갖는 치형성 기계가공을 제공하는 목적에 기초한다.

[0014] 이러한 목적은 제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부가 생성 또는 기계가공되고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 기계가공된 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구(workpiece-specific chamfering tool)와 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 모따기 공구와 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 공작물 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되는, 치형성 기계가공을 위한 방법으로서, 모따기 동안 공작물과 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 공작물 치형부의 피치(pitch)의 절반보다 더 크지 않으며, 공구 회전축과 공작물 회전축 사이의 축 교차각(axis crossing angle) 및/또는 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 이송 이동의 주 방향 성분은 공구 회전축의 방향으로 연장되며, 특히 절삭 에지는, 적어도 공작물 치형부의 치 높이의 절반인 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서보다 모따기 공구의 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 갖는, 방법에 의해 공정 엔지니어링 관점에서 달성된다.

[0015] 축 교차각 조절, 이송 이동 및 절삭 위치 구성뿐만 아니라 축방향 거리 제한의 이러한 조합은, 주로 축방향인 이송 이동의 경우 또는 모따기 공구가 형상 밀링에서처럼 치 에지를 따라 이동되는 핀 밀링 커터 모따기의 경우에서와 달리, 간섭 윤곽의 부근에서도 연속적인 공정으로 그리고 또한 시간 절감 방식으로 모따기부가 기계가공될 수 있는 것을 보장한다.

[0016] 바람직한 방법 설계에서, 모따기 공구로 모따기된 동일한 치 간극의 치 단부 에지 이외의 치 단부 에지가 제3 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 추가적인 모따기 공구로 모따기되는 것이 제공된다.

[0017] 이러한 변형예는, 추가적인 모따기 공구로 인해, 치 간극의 둘 모두의 치 단부 에지들의 기계가공의 결합이 제거되며, 따라서 공작물 회전을 통해 매개되는 둘 모두의 치 에지들의 연이은 기계가공에서 (비록 작을지라도) 시간 차이에 기초한 기계가공 오프셋이 제거된다는 이점을 갖는다.

[0018] 이와 관련하여, 바람직하게는, 모따기 공구 및/또는 추가적인 모따기 공구로 모따기할 때, 바람직하게는 둘 모두의 공구들로 모따기할 때, 공작물 축에 평행한 절삭 속도의 방향 성분이 공작물 치형부의 축방향 중심으로부터(즉, 플랭크로부터) (기계가공된 전면의 방향으로) 멀어지게 지향되는 것이 또한 제공된다. 이는 2차 버어들이 치 플랭크들 상에 형성될 위험을 감소시킨다.

[0019] 추가의 바람직한 실시예에서, 모따기가 치형성 기계가공 공구를 이용한 치형성 기계가공과 동일한 제어 장치로 제어되는 것이 제공된다. 이러한 설계는 또한 이송 이동의 문제와 관계없이 보호받을 가치가 있는 것으로 간주된다. 따라서, 본 발명은 또한, 제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부가 생성 또는 기계가공되고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 기계가공된 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구와 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 모따기 공구와 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 공작물 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되는, 치형성 기계가공을 위한 방법으로서, 모따기 동안 공작물과 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 공작물 치형부의 피치의 절반보다 더 크지 않으며, 공구 회전축과 공작물 회전축 사이의 축 교차각 및/또는 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 특히 절삭 에지는, 적어도 공작물 치형부의 치 헤드들의 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서보다 모따기 공구의 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 가지며, 모따기는 치형성 기계가공 공구를 이용한 치형성 기계가공과 동일한 제어 장치로 제어되는, 방법에 관한 것이다.

[0020] 따라서, 제어 장치는 외부 입력을 수신하는, 모따기에만 지향된 별개의 제어 장치가 아니라, 오히려 배치(batch) 내에서 이루어진 임의의 설정 변경을 포함한, 이전의 치형부 생성 또는 기계가공의 제어 파라미터들을 이미 내부에 갖는다. 이는 모따기 방법의 안전성 및 신뢰성을 증가시킨다.

[0021] 이와 관련하여, 바람직하게는, 모따기의 적어도 하나의 제어 파라미터가 치형성 기계가공 공구를 이용한 치형성 기계가공의 제어 파라미터의 변화의 함수로서 모따기에 통합되는 것이 제공된다. 이는 방법의 유연성을 증가시킨다.

[0022] 추가의 바람직한 실시예에서, 제어 파라미터가, 공작물 치형부의 최종 기하학적 구조와 비교하여 후속적인 하드 피니싱(hard finishing) 작업에서 제거될 허용량을 고려하여, 모따기 동안 치 플랭크와 모따기부 사이의 전이 라인(transition line)의 진로에 영향을 미치는 것이 제공된다.

[0023] 이는 하드 피니싱으로 인해 전이 라인이 그의 진로가 어떻게 변화하는지를 미리 고려함으로써 후속적인 경화 및 하드 피니싱 후의 모따기의 최종 정확도를 증가시킨다. 이루어진 설정은 바람직하게는 하드 피니싱 후의 최종 기하학적 구조에서 전이 라인이 전방 에지 표면에 평행하도록 한다. 모따기 공구의 공작물-특정 프로파일링은, 예를 들어 주어진 축방향 운동학을 이용한 (모따기 후의) 주어진 전이 라인의 역변환에 의해 결정될 수 있다.

[0024] 추가의 바람직한 실시예에서, 모따기가 치형성 기계가공 공구에 의한 치형부 기계가공으로부터 유래하는 냉각 및/또는 윤활 유체의 지속적인 존재 하에 수행되는 것이 제공된다. 이는 바람직하게는, 비록 추가적인 윤활제/유체가 모따기 동안 사용되지 않지만, 이전의 치형부 기계가공으로부터의 냉각 및/또는 윤활 유체가 여전히 공작물을 습윤시킨다는 의미에서 반-습식 기계가공 공정이다.

[0025] 추가의 바람직한 실시예에서, 모따기에 의해 생성된 버어는 추가적인 버어 제거 장치, 특히 브러시로 제거된다. 그러한 2차 버어들은, 특히 더 큰 나선각(helix angle)을 갖는 나선형-치형성된 공작물들의 경우에 발생할 수 있으며, 모따기 동안 공작물 축에 평행한 앞서 언급된 균일한 절삭 방향 성분과 조합하여, 특히 단부 면의 영역에서 작용하는 브러시를 사용함으로써, 버어가 없는 모따기된 공작물이 제공될 수 있다.

[0026] 추가의 바람직한 실시예에서, 제어 장치가 단부 면에 대한 평행성(parallelity)으로부터 벗어나는, 모따기부와 플랭크 사이의 전이 라인의 진로를 생성하도록 모따기를 제어하는 것이 제공된다. 벗어나는 진로는 바람직하게는, 전술된 바와 같이 하드 피니싱 후에 평행성이 회복되는 방식으로 제어된다. 본 발명의 이러한 태양은 또한, 이송 이동의 진로와 관계없이, 유리하고 보호할 가치가 있는 것으로 간주된다.

[0027] 따라서, 본 발명은 또한, 제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부가 생성 또는 기계가공되고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 기계가공된 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구와 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 모따기 공구와 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 공작물 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되는, 치형성 기계가공을 위한 방법으로서, 모따기 동안 공작물과 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 공작물 치형부의 피치의 절반보다 더 크지 않으며, 공구 회전축과 공작물 회전축 사이의 축 교차각 및/또는 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 특히 절삭 에지는, 적어도 공작물 치형부의 치 헤드들의 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서보다 모따기 공구의 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 가지며, 제어 장치는 단부 면에 대한 평행성으로부터 벗어나는, 모따기부와 플랭크 사이의 전이 라인의 진로를 생성하도록 모따기를 제어하는, 방법에 관한 것이다.

[0028] 하나의 가능한 실시예에서, 축 교차각이 조절가능하고, 특히 회전축을 통해 조절가능하며, 특히 NC-제어되는 것이 제공된다.

[0029] 추가적인 편리한 실시예에서, 제2 및 제3 공구 스핀들들이, 특히 적어도 2-이동 자유도를 갖는, 공통 캐리어에 의해 운반되는 것이 제공된다.

[0030] 전술된 모따기는 외부 치형부들에 적용가능하다. 그러나, 이는 또한 내부 치형부들을 모따기하도록 의도된다. 이러한 목적을 위하여, 바람직하게는, 각도 기어 메커니즘을 갖는 스핀들 헤드가 모따기 공구를 위해 제공된다.

[0031] 내부 치형부 기계가공을 위한 이러한 방법 변형예는 또한 이송 이동이 어떻게 수행되어야 하는지/수행될 수 있는지의 문제와 관계없이 유리한 것으로 간주되며, 그 자체로 보호할 가치가 있는 것으로 간주된다. 따라서, 본

발명은 또한, 제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 내부 치형부가 생성 또는 기계가공되고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 기계가공된 내부 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구와 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 모따기 공구와 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 공작물 내부 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되는, 치형성 기계가공을 위한 방법으로서, 모따기 동안 공작물과 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향 거리는 공작물 치형부의 피치의 절반보다 더 크지 않으며, 공구 회전축과 공작물 회전축 사이의 축 교차각 및/또는 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 특히 절삭 에지는 직교하는 회전 평면에서보다 모따기 공구의 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 갖는, 방법에 관한 것이다.

[0032] 이렇게 한정된 내부 치형부 기계가공 변형예는 모따기의 전술된 태양들과 조합될 수 있다.

[0033] 이와 관련한 바람직한 설계에서, 이 장치에 관하여, 모따기를 위한 2-이동 자유도, 특히 2-선형 이동 자유도가 제공되는데, 그 중 하나는 공작물 회전축에 평행한 주 방향 성분을 갖고, 그 중 다른 하나는 공작물 회전축에 대해 반경방향인 주 방향 성분을 갖는다. 바람직하게는, 이들은 크로스-캐리지 설비(cross-carriage arrangement)를 통해 실현된다.

[0034] 이 방법은 수평 기계(수평 공작물 회전축)에서 수행될 수 있다. 이러한 경우에, 한편으로는 주 기계가공 공구를 이동시키기 위한 그리고 다른 한편으로는 모따기 공구를 위치시키기 위한 선형 축들이 바람직하게는 공작물 회전축의 반대 측들에 제공된다. 또한, 모따기 공구는 바람직하게는 그의 팁이 모따기 측의 선형 이동 축 측을 향해 지향되는데, 이 축은 바람직하게는 공작물 회전축에 평행하게 연장된다. 추가의 바람직한 실시예에서, 내부 치형성된 공작물은 공작물 스핀들 상에 클램핑되고, 여기서 클램핑은 클램핑에 가까운 내부 치형부의 축방향 단부 측과, 공작물 회전축에 직교하는 투영에서 내부 치형부 내에 위치되고 클램핑으로부터 먼 내부 치형부의 축방향 단부 측의 방향으로 축방향으로 지향되는 스핀들 단부 영역 사이에 축방향 거리를 제공한다. 이러한 방식으로, 모따기 공구를 운반하는 모따기 헤드는 클램핑을 변경함이 없이도 클램핑에 가장 가까운 내부 치형부의 단부 측을 모따기하기 위해 내부 치형부 내로 축방향으로 깊게 이동될 수 있다.

[0035] 모따기 공구를 위한 회전 구동부로서 직접 구동부가 사용될 수 있다. 그러나, 바람직하게는, 기어 메커니즘, 특히 각도 기어 메커니즘에 의해 간접 구동부 및 구동력 전동부(transmission)가 실현되며, 간단한 벨트 전동부가 또한 가능하다.

[0036] 수직 기계(수직 공작물 회전축)를 사용하여 구현될 때, 주 기계가공을 위한 기계가공 헤드가 모따기 공정을 위한 기계가공 헤드를 피기백(piggyback) 방식으로 운반하는 변형예가 고려된다. 이러한 변형예에서, 모따기 헤드는 주 기계가공 헤드에 이용가능한 모든 이동 축들을 받으며, 이들은 위치설정 축, 전후 이송(infeed) 축들, 및 이송 축들로서 사용될 수 있다. 추가의 바람직한 변형예에서, 모따기 공구는 추가적으로 그의 회전축에 직교하게 주 기계가공 헤드에 대해 변위가능하도록 배열된다. 변위 축은, 예컨대 기계가공 공구를 - 예를 들어, 주 기계가공 공구의 회전축에 평행한 주 방향 성분을 가지고서 - 후퇴 위치와 작업 위치 사이에서 이동시키도록, NC 축으로서 또는 간단한 조절 축으로서 구현될 수 있다. 그러나, 주 기계가공의 공구 회전축에 대한 이러한 이동 축의 한정된 각도 설정이 또한 고려되어, 모따기 기계가공이 진행 중인 동안 주 기계가공 공구와 공작물 사이에 충돌이 있지 않기에 충분히 크도록 선택된 축 교차 각도로 주 기계가공 공구의 공구 회전축 및 공작물 축이 있는 구성에서 모따기 기계가공이 발생하도록 한다. 이러한 변형예는 또한 주 기계가공 헤드에 대해 이동될 수 있는 모따기 공구의 변형예와 조합되어 고려가능하다.

[0037] 다른 설계들에서, 모따기 헤드는 또한 수직 기계에서 주 기계가공 헤드와 독립적으로 제공되고 위치가능할 수 있다.

[0038] 이 장치에 관하여, 이러한 목적은 제어 장치에 의해 제어되는 치형성 기계 상에서, 제1 공구 스핀들 상에서 회전 구동되는 치형성 공구에 의해, 제1 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상에 클램핑된 공작물 상에 치형부가 생성 또는 기계가공되게 하고; 후속적으로, 동일한 공작물 클램핑 동작에서 또는 제2 기계 위치에 배열된 공작물 스핀들 상의 기계가공된 치형성된 공작물의 클램핑 동작에서, 제2 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 공작물-특정 모따기 공구와 공작물의 동기화된 회전에 의해 그리고 모따기 공구와 공작물 사이의 이송 이동에 의해, 모따기 공구의 절삭 에지를 사용한 절삭에 의하여 공작물 치형부의 치 플랭크의 치 단부 에지에 모따기부가 생성되게 하는, 치형성 기계가공을 위한 설비로서, 모따기 동안 공작물과 모따기 공구의 회전축들 사이의 축방향

거리는 공작물 치형부의 피치의 절반보다 더 크지 않으며, 공구 회전축과 공작물 회전축 사이의 축 교차각 및/또는 기계가공된 치 단부 에지에 인접한 공작물의 단부 면에 대해 수직인 표면과 공구 회전축 사이의 축 교차각은 90° 로부터 12° 이하, 바람직하게는 8° 이하, 특히 4° 이하만큼 상이하고, 이송 이동의 주 방향 성분은 공구 회전축의 방향으로 연장되며, 특히 절삭 에지는, 적어도 공작물 치형부의 치 높이의 절반인 영역에서 모따기되는 그의 부분에서, 직교하는 회전 평면에서보다 모따기 공구의 회전축의 방향으로 더 큰 방향 성분을 갖는, 설비에 의해 달성된다.

[0039] 본 발명에 따른 방법에 관하여 이미 전술된 바와 같이, 설비는 모따기 공구로 모따기된 동일한 치 간극의 치 단부 에지와 상이한 단부 에지가 제3 공구 스핀들에 의해 회전 구동되는 추가적인 모따기 공구로 모따기되도록 설계될 수 있다. 이러한 변형예는 또한 이송 이동의 하나의 방향 성분이 우세한지 여부 또는 어느 방향 성분이 우세한지에 관계없이 구현될 수 있다.

[0040] 모따기를 위한 제어 장치가 치형성 기계가공 공구를 이용한 치형성 기계가공을 또한 제어하는 동일한 제어 장치인 것이 또한 제공될 수 있다. 이러한 변형예는 또한 이송 이동의 하나의 방향 성분이 우세한지 여부 또는 어느 방향 성분이 우세한지에 관계없이 구현될 수 있다.

[0041] 마찬가지의 바람직한 실시예에서, 제어 장치가 단부 면에 대한 평행성으로부터 벗어나는, 모따기부와 플랭크 사이의 전이 라인의 진로를 생성하도록 모따기를 제어하도록 설계/프로그래밍되는 것이 제공된다. 이러한 변형예는 또한 이송 이동의 하나의 방향 성분이 우세한지 여부 또는 어느 방향 성분이 우세한지에 관계없이 구현될 수 있다.

[0042] 이 방법을 수행하기 위해 사용되는 치형성 기계는 바람직하게는 또한 치형성 기계 그 자체 상에서 주 치형성 기계가공 작업을 수행하며, 치형성 기계의 모따기 영역으로의 전달은 바람직하게는, 다른 곳에서 더 상세히 기술되는 바와 같이, 갠트리 로더(gantry loader)와 같은 로딩 시스템을 통해 발생한다. 본 발명에 따른 치형성 기계의 이점은 본 발명에 따른 방법의 상기 설명으로부터 유래된다.

[0043] 모따기 공구 상의 절삭 에지들의 개수는 바람직하게는 4개 이하, 특히 단지 2개 또는 단지 1개이다. 피치 원에 대한 모따기 공구의 작업 직경은 바람직하게는 모따기될 치형부의 1개 내지 4개의 피치이다.

[0044] 본 발명의 추가의 특징들, 상세 사항들 및 이점들이 첨부된 도면을 참조하여 하기의 설명으로부터 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0045] 도 1은 치형성 기계를 개략적으로 도시한다.

도 2는 도 1의 치형성 기계의 모따기 영역을 평면도로 개략적으로 도시한다.

도 3a 및 도 3b는 이송 이동들을 예시한다.

도 4는 모따기 기계가공 작업의 사시도를 도시한다.

도 5는 내부 치형부 모따기의 순수한 개략도를 도시한다.

도 6은 모따기 유닛을 갖는 스카이빙 기계의 일부를 도시한다.

도 7은 도 6의 모따기 유닛을 기계가공 모드에서 도시한다.

도 8a, b, c는 모따기 유닛을 갖는 다른 기어 스카이빙 기계를 전체로서 그리고 부분적으로 상이한 위치들에서 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0046] 이제, 도 1을 참조하여 설명된 실시예에서, 수평 기계의 형태의, 개략적으로 도시된 치형성 기계(500)가 제공된다. 도 1에서, 공작물 스핀들 회전축(C)이 주 기계가공 스테이션(50) 측에 개략적으로 표시되어 있고, 공작물 스핀들 회전축(C2)이 모따기 스테이션(100) 측에 표시되어 있다. 둘 모두의 스테이션(50, 100)들은 공통 기계 베드(bed)로서 또한 설계될 수 있는 공통 프레임(200)에 의해 도 1에서 심볼화된 치형성 기계(500); 및 도 1에서 개략적으로만 표시되고, (주) 공작물 스핀들 축(C)을 한정하는 주 공작물 스핀들로부터 공작물을 픽업하고 이를 (모따기) 공작물 스핀들 축(C2)과 연관된 공작물 스핀들(10)로 전달할 수 있는 재로딩(reloading) 시스템(80)에 속한다. 따라서, 전달은 치형성 기계(500) 내에서 발생하고, 2개의 공작물 스핀들 축(C, C2)은 평행하

게 수평으로, 바람직하게는 동축으로 연장된다. 주 기계가공 스테이션(50)과 모따기 스테이션(100) 사이에 격벽(75)이 제공될 수 있다. 치형성 기계가공을 위한 대응하는 이동 선택사양들을 갖는 공구 헤드(도시되지 않음)가 또한 주 기계가공 스테이션(50)에 제공된다. 본 경우에, 주 기계가공 스테이션(50)은 기어 스카이빙을 위해 설계되지만, 본 발명은 이로 제한되지 않으며, 예를 들어 기어 호빙 또는 기어 셰이핑(shaping)이 또한 수행될 수 있다.

[0047] 도 2에서, 가능한 실시예에서 치형성 기계(500)의 모따기 스테이션 또는 모따기 영역(100)이 도시되어 있다. 공작물 측에서, 공작물 스핀들(10)은 Z-방향으로 - 여기서, 수평으로 - 연장되는 공작물 스핀들 축(C2)을 가지고서 도시되어 있다. 바람직하게는 샤프트-형상의 공작물이 기계가공되어야 할 때, 공작물 스핀들(10)의 반대편에서 심압대(tailstock)(11)가 사용될 수 있다.

[0048] 2개의 레일(8)로 심볼화된, 공구 캐리지(7)를 위한 선형 가이드가 Z-축에 평행하게 연장된다. 2개의 공구 헤드(21, 22)가 캐리지(7) 상에 배열되고, 이들은 선형 이동 축(X1, X2)들을 가지고서 (반경방향) 축(X)을 따라 추가의 선형 가이드를 통해 선형 캐리지(7)에 대해 축방향으로 이동가능하다. 선형 가이드들이 레일(81, 82)로 심볼화되어 있다. 모따기 공구 회전축은 도 2에서 B1 및 B2로 지시되어 있고, 모따기 공구들은 1 및 2로 지시되어 있다. 이러한 실시예에서, 선형 축/축들(X)(X1, X2)은 또한 수평으로 제공되며, 따라서, 도 2의 표현은 위로부터의 관찰에 대응한다. 센터링 센서(3)가 - 여기서, 공압 드라이브(도시되지 않음)와 함께 - 모따기 공구(1, 2)들 사이에 제공된다. 센터링 센서(3)에 의해, 모따기될 치형부의 치 간극들의 위치가 당업자에게 잘 알려진 방식으로 결정될 수 있다.

[0049] 또한, 선형 축(Z, X)들과 함께 직각 삼각대를 형성하는 수직 축(Y)이 도 2에 도시되어 있다. 여기에 도시된 실시예에서, 스핀들 축(C2, B1, B2)들의 높이 레벨은 동일한 높이에 제공되고, Y-방향으로의 추가의 이동 축은 없다. 그러나, 다른 실현들에서, 설비(7, 8)가 수직으로 이동될 수 있게 하는 수직 캐리지가 제공될 수 있다.

[0050] 이러한 실현에서, 바람직한 실시예에 따르면, 공작물 스핀들 축(C2)은 이미 설명된 바와 같이 수평이지만, 원칙적으로 수직 기계가 또한 제공될 수 있다. 이러한 경우에, 선형 이동성(X)은 공작물 스핀들(10) 상에 클램핑된 치형부에 대한 반경방향 이동으로서 여전히 사용될 수 있다.

[0051] 도 2를 참조하여 설명된 변형예에서, 제1 모따기 공구(1)는 하나의 치 플랭크, 예컨대 좌측 치 플랭크 상에서 치 단부 에지(특히 또한 치근(tooth root) 영역에서)를 모따기하는 데 사용되고, 다른 모따기 공구(2)는 다른 치 플랭크 - 예를 들어, 우측 치 플랭크 - 상에서 모따기하는 데 사용된다. 스핀들 축(B1, B2)들의 회전 방향은 바람직하게는, 도 2에서 도면 부호(99)로 심볼화된 제어기에 의해, 여기서 반대 방향들로 제어된다. 게다가, 치 플랭크의 측부에서의 버어의 생성을 피하기 위해, 모따기될 치 에지가 내부로부터 축방향 치 중심으로부터 멀어지게 외부로 절삭되는 방식으로 회전 방향이 조절된다.

[0052] 당업자에게 알려진 모든 스핀들 설비들은 고주파 스핀들과 같은 구동 스핀들로서 사용될 수 있고, 모따기 공구와 스핀들 사이의 인터페이스는 HSK 인터페이스로서 설계될 수 있다. 2-레일 선형 가이드는 또한 단지 일례로서 도시되어 있으며, 구체적으로, 적합하게 형상화된 슈(shoe)가 그 상에서 활주하는 단 하나의 레일이 제공될 수 있는데, 예컨대 도브테일-형상이다. 도 1에 도시된 치형성 기계-내부 재로딩 시스템(80)은 주 스테이션(주 기계가공 영역)(50)에서 치형성 기계가공된 공작물을 운반 동안 공작물의 축 배향을 변경함이 없이 치형성 기계(500)의 모따기 영역(100)의 공작물 스핀들(10)로 전달한다.

[0053] 도 3a와 b는 모따기 동안의 이송 이동을 예시한다. 따라서, 하나의 동작 모드에서, 제어기(99)는 이송 이동을 순수하게 반경방향으로 제어하도록 설계되고, 모따기 공구는 기계가공 동안 모따기될 치형부까지의 반경방향 거리를 일정 반경방향 위치로부터 반경방향 위치(B)로 감소시킨다.

[0054] 도 3b에 도시된 동작 모드에서, 제어기(99)는 반경방향 이동(X)과 축방향 이동(Z)을 중첩시킴으로써 이송 이동을 수행하도록 설계되는데, 여기서 반경방향 이동 성분이 우세하다.

[0055] 둘 모두의 경우에서, 이송 이동을 조절함으로써, 도 3에서 별로 심볼화된 간섭 윤곽에 심지어 가깝게 모따기가 가능하다. 필요한 경우, 순수하게 축방향인 이송 이동, 특히 간섭 윤곽들이 고려되지 않을 경우, 또는 심지어 주로 축방향인 성분을 갖는 중첩된 이송 이동이 또한 고려될 수 있다. 이들 이송 움직임 개념 중 적어도 하나가 제어기(99)에 저장되고 사용될 수 있다.

[0056] 도 4에서, 모따기 공구(1)의 기계가공 동작이 사시도로 다시 도시되어 있다. 이러한 실시예에서, 공작물 회전축(C2) 및 공구 회전축(B1)은 서로에 직각인 축(Z, X)들에 대한 그들의 평행성으로 인해 90° 의 축 교차각에 있다. 게다가, 도시된 실시예에서, 회전축들의 축방향 거리는 0인데, 즉 회전축(B1)의 연장선이 회전축(C2)의 연

장선과 교차한다. 다른 실시예들에서, 작은 축방향 거리 및/또는 90° 로부터의 축 교차각의 작은 편차가 또한 제공될 수 있다. 도시된 변형예에서, 치형부(4)의 전면(6)은 공작물 회전축(C2)에 직교하게 연장된다. 경사진 단부 면의 경우에서, Z-축에 대한 공구 회전축의 직교성 대신에, 경사진 단부 면의 표면 법선에 대한 직교성이 제공되는 것이 또한 제공될 수 있다. 축 교차각을 조절하기 위해, 공구 헤드(20, 21, 22)는 추가적인 회전축(도 2에 도시되지 않음)을 가질 수 있다.

[0057] 공작물 회전축(C2) 및 공구 회전축(B1)은 제어기(99)에 의해 동기식으로 제어되어, 모따기 공구(1)의 절삭 에지(15)가 공작물 치형부(4)의 치 에지(5)와의 절삭 기계가공 맞물림 상태로 되어 거기서 모따기부를 생성하도록 한다. 절삭 에지(15)의 위치는, 치형부 상에서의 완료된 이송 이동의 최종 기계가공 위치에서, 치 단부 에지(5) 대신에 이제 형성된 모따기부의 미리 결정된 모따기부 형상이 달성되도록, 공작물-특정 방식으로 실현된다.

[0058] 이러한 경우에, 치 플랭크와 모따기부 사이의 전이 라인은 바람직하게는 예를 들어 원하는 바와 같이 단부 면(6)에 평행하도록 아직 형성되지 않을 수 있지만, 그러한 평행 전이 라인이 공작물 치형부(5)의 최종 치수로의 후속적인 하드 피니싱 후에만 얻어지는 방식으로 이로부터 벗어난다.

[0059] 도 2를 참조하여 설명된 변형예에 대해, 모따기 공구(1, 2)들은 치 간극의 반대편 치 에지는 아닌 하나의 치 에지(5)만이 모따기되는 방식으로 형성된다. 그러나, 다른 실시예에서, (공구 회전축(B)을 갖는) 모따기 공구는 또한 둘 모두의 치 에지들 기계가공할 수 있다. 이때, 도 2에 도시된 "이중 모따기 공구 구성"은 더 이상 필요하지 않을 것이고, 공구 회전축(B)을 갖는 하나의 모따기 공구 헤드(20)만이 필요할 것이다.

[0060] 2차 버어들이 여전히 모따기에 의해, 예컨대 전면(6) 상에 생성되는 경우에, 이들은 브러시 또는 브러시 설비와 같은, 도면에 도시되지 않은 디버링 유닛에 의해 제거될 수 있다.

[0061] 제어기(99)는 전체 치형성 기계(500), 즉 주 기계가공 영역(50)뿐만 아니라 모따기 영역(100)을 제어한다. 따라서, 주 기계가공(50) 동안 기계 축 설정에서의 변화가 모따기에 대해 보정이 필요한지 여부를 결정하기 위해 제어 시스템에서 내부적으로 점검될 수 있고, 필요하다면, 모따기 방법에 대한 보정 설정이 제어 시스템에서 내부적으로 자동으로 이루어질 수 있다. 그러나, 원칙적으로, 전술된 모따기가 별도의 모따기 스테이션에서 수행되는 것이 또한 제공될 수 있다.

[0062] 전술된 모따기 기법은 외부 치형부를 모따기하기 위한 예로서 설명되었지만, 내부 치형성된 공작물을 모따기하기에 또한 적합하다(도 5). 이러한 목적을 위해, 공구 헤드/모따기 공구는, 예컨대 바람직하게는 각도 기어 메커니즘으로 설계되는 스핀들 헤드의 대응하는 돌출부에 의해, 공작물 회전축 상으로의 투영에서 볼 수 있는 바와 같이, 내부 치형부의 윤곽에 의해 한정된 공간 내로 침투할 것이다. 이동 축들 - 도 2에 도시된 바와 같이 이중 이동 축들, 또는 모따기 공구를 위한 단일 이동 축 - 이 유지될 수 있다.

[0063] 하기에서, 도 6 내지 도 8을 사용하여, 내부 치형부를 생성/기계가공하고 전술된 바와 같은 하나 이상의 태양들에 따라 동작하는 모따기 유닛을 구비한 치형성 기계들의 특정 설계들이 기술된다.

[0064] 기어 스카이빙 기계(600)의 관련 상세 사항을 도시하는 도 6에서 볼 수 있는 바와 같이, 이러한 기어 스카이빙 기계(600)는 수평 배열된 공작물 스핀들 회전축(C6)을 갖는 소위 수평 기계로서 설계된다. 공작물 측에서, 내부 치형부의 형태의 공작물(602)이 공작물 스핀들(610) 상에 클램핑된다.

[0065] 공구 측에서, 공구 회전축(B6)을 갖는 스카이빙 휠(601)이 주 기계가공 공구로서 제공되고, 이는 공구 헤드(604) 상에 통상적인 방식으로 배열되고, 기어 스카이빙 공정에서 내부 치형성된 공작물(602)을 생성하거나 기계가공한다. 공구 헤드(604)는 선형 축(Y6)을 따라 선형으로 이동가능하고, 이러한 선형 이동(Y6)을 실현하기 위해 제공된 캐리지 설비는 피벗 축(A6)을 가지고서 피벗가능하게 배열된다. 축(A6)을 중심으로 한 이러한 피버팅을 가능하게 하는 지지 구조체는 크로스-캐리지의 형태로 제공되며, 이에 의해 2개의 추가의 선형 이동 축(X6, Z6)이 실현된다. 예로서 기술된 설계에서, Z6 축은 공작물 스핀들 축(C6)에 평행하게 연장되고, X6 축은 반경방향 전후 이송 축이고 피벗 축(A6)에 평행하다.

[0066] 도 6의 전경에서, 크로스-캐리지 설비로서 또한 실현되는 모따기 유닛(640)이 도시되어 있다. 제1 캐리지(641)는 공작물 회전축(C6)에 평행하게 연장되는 선형 이동 축(Z4)을 따라 기계 지지 측에 제공된 가이드 레일 설비를 따라 이동할 수 있다. 제1 캐리지(641)는 이에 의해 운반되는 캐리어(642)를 위한 가이드 레일 설비를 형성하고, 캐리어는 제1 캐리지(641)에 대해 추가의 반경방향 축(X4)을 따라 이동할 수 있는데, 여기서 축(X4)은 축(Z4)에 직교한다. 제2 캐리지(642)에 의해 유지되는 모따기 헤드(643)는 이들 2개의 축(X4, Z4)을 통해 내부 치형성된 공작물(602)에 대해 위치될 수 있다.

[0067] 도 6에 도시된 위치에서, 모따기 공구 헤드(643) 상에 장착되어 그의 축을 중심으로 회전하도록 구동될 수 있는 모따기 공구(644)는 비활성이며, 스카이빙 휠(601)에 의해 스카이빙 기계가공이 수행된다. 공구측 작업 공구(601, 641)들의 치수들에 따라, 스카이빙 및 모따기 기계가공이 또한 공작물의 치수에 따라 동시에 발생할 수 있고; 여기에 구체적으로 도시된 크기에 대해, 순차적 기계가공이 제공된다. 모따기 작업이 도 7에 도시되어 있는데, 여기서 치형성 기계(600)의 더 작은 상세 사항이 상이한 각도로부터 확대되어 도시되어 있다. 도 7의 예시에서, 모따기 공구(644)는 공구 측을 향하는 축방향 단부 측에서 내부 치형성된 공작물(602)의 치 에지들을 모따기한다. 공구로부터 멀리 떨어진 축방향 단부 측에서의 치 에지들의 기계가공은 모따기 공구(641)와 공작물(602) 사이의 변경된 상대적 위치설정 하에 수행된다. 이를 위해, 모따기 공구(641)는 X4 축을 사용하여 먼저 맞물림해제되고, 이어서, 이는 Z4 축을 따라 다른 축방향 단부 측의 레벨로 축방향으로 이동된 다음에, 거기에서의 모따기를 위해 X4 축을 사용하여 다시 이송된다. 위치설정에 더하여, X4 및/또는 Z4 축들은 또한 모따기 동안 이송 축들로서 사용될 수 있다.

[0068] 도 8a는 또한 스카이빙 휠(S)을 갖는 스카이빙 기계로서 또한 구성되는 다른 치형성 기계(800)의 형태의 추가의 예시적인 실시예를 도시한다. 치형성 기계(800)는 여기서 C8로서 지시된 수직 공작물 회전축을 갖는 수직 기계로서 설계되는데, 여기서 내부 치형성된 공작물 자체가 도시되어 있는 것이 아니라 공작물 테이블만이 도시되어 있다.

[0069] 공구 측에서, 공구 회전축은 B8로 지시되고, 공구 헤드는 78로 지시된다. 후자는 결국 피벗 축(A8)에 의해 피벗가능하고, 피벗된 캐리지(76)(축(Y8))에 의해 접선방향으로 이동될 수 있다. 축(A8)에 의한 피버팅을 실현하는 피벗 유닛은 또한 선형 축(Z8)에 의해 수직으로 이동될 수 있고, 또한 공작물 테이블을 향해 또는 그로부터 멀어지게 반경방향 축(X8)에 의해 선형적으로 이동될 수 있다. 따라서, 스카이빙 휠(S)은 공작물 테이블 상에 클램핑된 공작물과 관련한 그의 위치설정을 위한 3개의 선형 축 및 스카이빙 동안 그의 위치설정, 전후 이송, 및 전진을 위한 하나의 회전 NC 축을 갖는다.

[0070] 이러한 예시적인 실시예에서, 공구 헤드(78)는 피기백 방식으로 모따기 유닛(88)을 운반한다. 이는 모따기 헤드(843)가 스카이빙 헤드(78)와 마찬가지로 모든 이동 축(X8, Z8, A8, Y8)들에 걸쳐 이동할 수 있음을 의미한다. 도 7에 도시된 구성과 유사하게, 모따기 공구(844)를 운반하는 모따기 헤드(843)는 이동 축(Z84)을 통해 공구 헤드(78)에 대해 축방향으로 다시 이동가능하다. 이러한 축은 모따기 기계가공에서 또한 사용되는 NC 축, 또는 내부 치형성 기계가공이 스카이빙 휠(S)에 의해 악화되지 않는 후퇴된 제1 위치(도 8b)로부터, 그의 모따기 기계가공이 공구측 간섭 윤곽으로서 스카이빙 휠(S)에 의해 악화되지 않는 연장된 제2 위치(도 8c)로 모따기 헤드(843)가 이동가능하게 하는 순수한 위치설정 축일 수 있다. 이러한 구성에서, 스카이빙 휠(S)에 의한 주 기계가공은 공작물 회전축에 대한 축 교차각에서 발생하고, 모따기는 동일한 축 교차각에서 발생하는 것이 아니라, 오히려, 축에 평행한 축(Z84, C8)들에 의해 또는 스카이빙의 것과 비교하여 더 작은 축 교차각에서 발생한다.

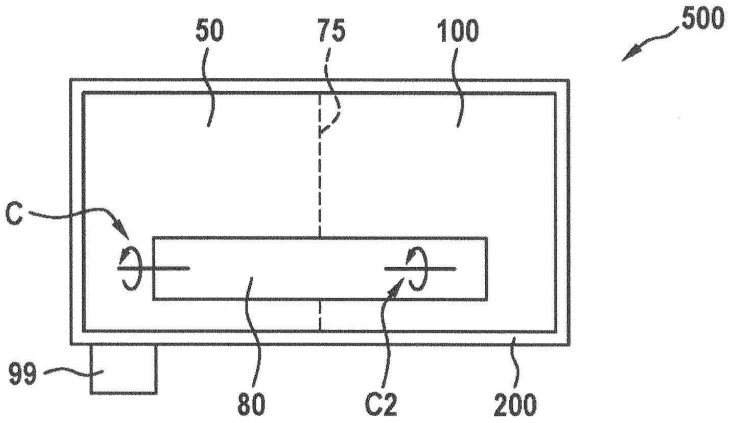
[0071] 이러한 예시적인 실시예에서, 모따기 유닛(80)은 주 기계가공 헤드(78)의, 공작물을 향하는 측에 배열되지만, 측방향 배열이 또한 고려가능하다. 따라서, 모따기 공구(844)의 회전축의 배향은 바람직하게는 반경방향일 수 있는데, 즉 X8 축에 평행하게 연장될 수 있지만, 또한 접선방향일 수 있는데, 즉 (측방향으로 여전히 맞물리면서, 즉 맞물림 영역에 대해 반경방향으로 위치되면서) Y8 축에 평행할 수 있다. 치형성 기계(800)를 사용하여 외부 치형부를 기계가공하기 위해, 모따기 공구(844)는 그의 팁이 공작물 회전 테이블의 방향으로 지향될 것이며, 따라서 도 8c의 예시와 반대로 배열될 것이다. 이러한 목적을 위해, 모따기 공구 헤드(843)는 모따기 유닛(80)에서의 그의 장착에 대해 180° 만큼 피벗될 것이거나, 분해되고 180° 만큼 변경된 배향으로 재장착될 것이다. 축(B8, Z84)들 사이의 구조적 상대 배열에 의해 생성되는 축 교차각이 또한 고려가능하여, Z8 및 Z84가 평행하게 설정될 때, 임의의 충돌 위험을 벗어나 이러한 축 교차각을 중심으로 피벗함으로써 스카이빙 휠(S)이 피벗된다.

[0072] 도 6 내지 도 8의 모든 변형예들에서, 모따기 공구는 작은 치수의 직접 구동부에 의해 구동될 수 있지만, 공작물 회전축과 동축인 유닛의 회전 샤프트에 기어 메커니즘 또는 벨트 전동부를 통해 연결되는 간접 구동부가 바람직하다.

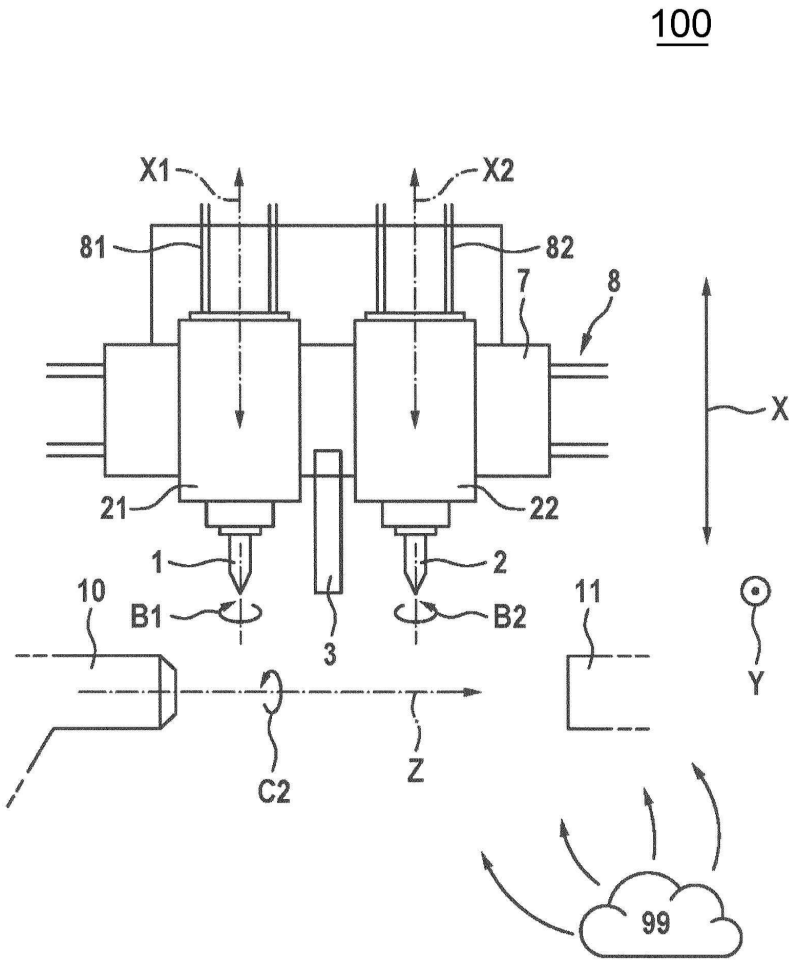
[0073] 본 발명은 도면들의 상기 설명에서 기술된 상세 사항 및 실시예들에 제한되지 않는다. 오히려, 상기 설명 및 하기의 청구범위의 개별 특징들은 본 발명을 그의 다양한 실시예들로 구현하기 위해 개별적으로 그리고 조합되어 중요할 수 있다.

도면

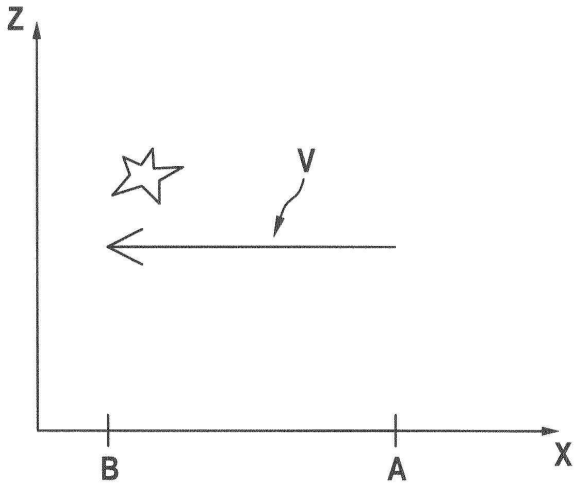
도면1


50
75
100
500
C
99
80
C2
200

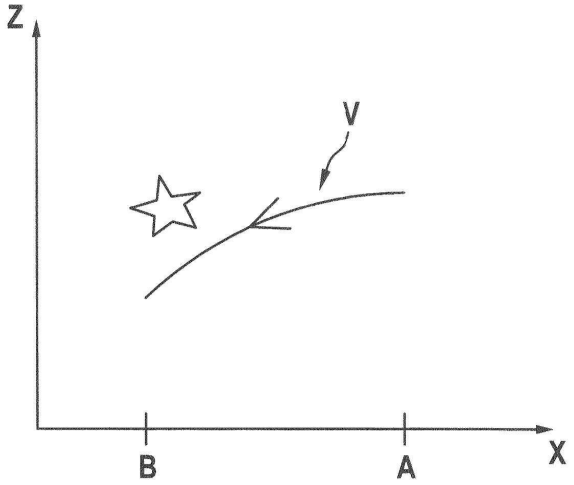
도면2


100
X1
X2
81
82
7
8
X
21
22
1
2
10
B1
B2
11
3
Y
C2
Z
99

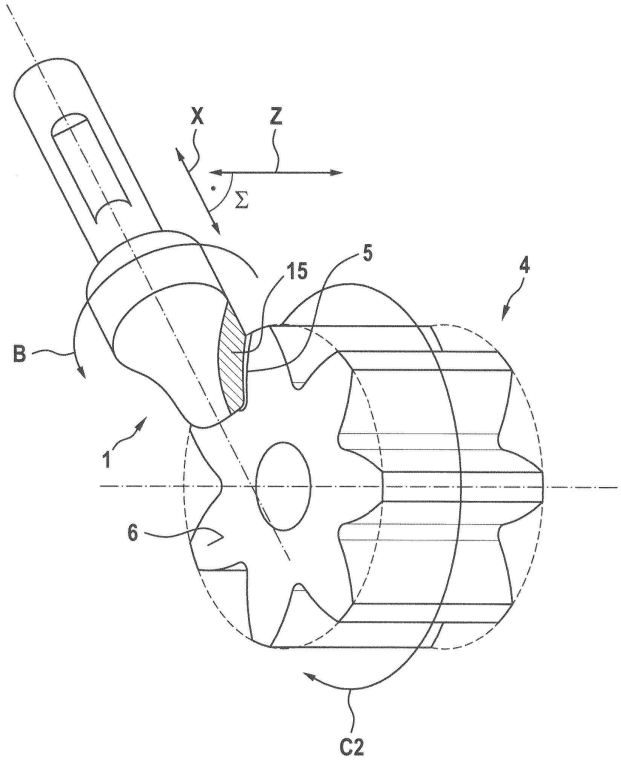
도면3a



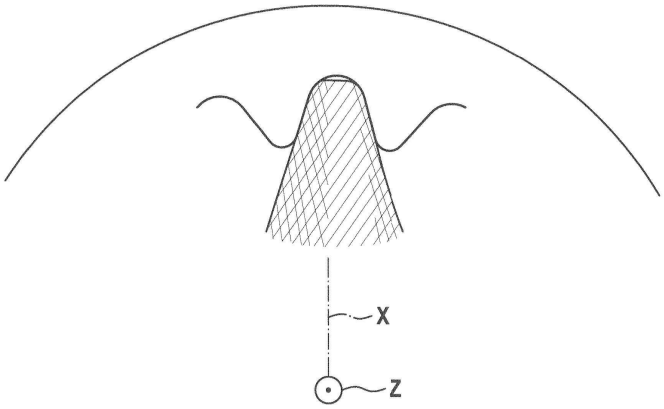
도면3b



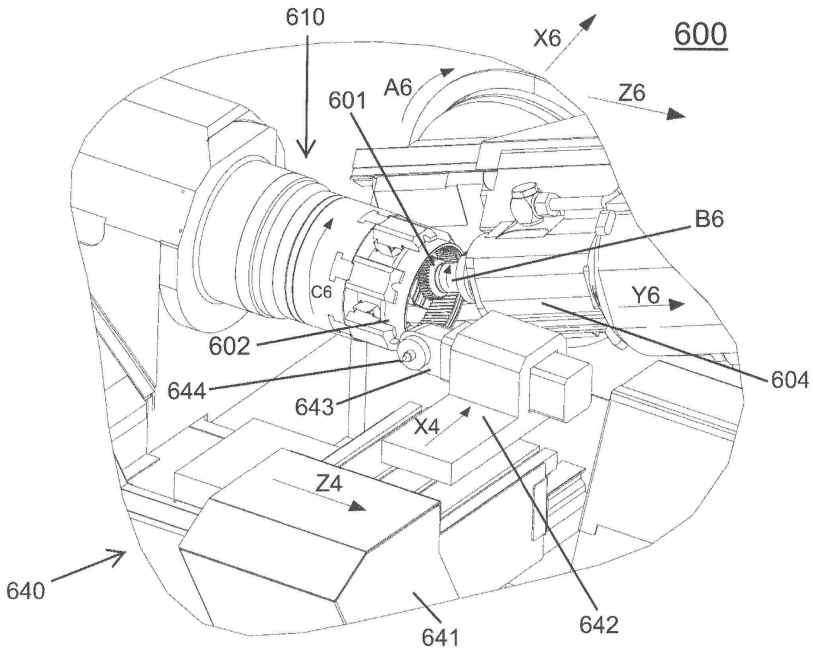
도면4



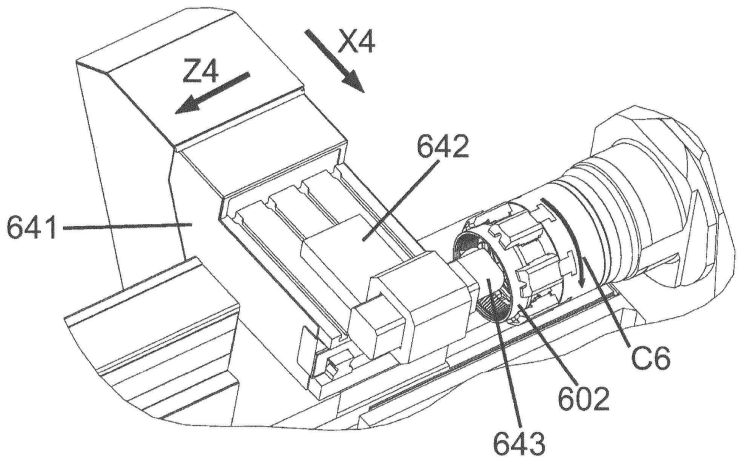
도면5



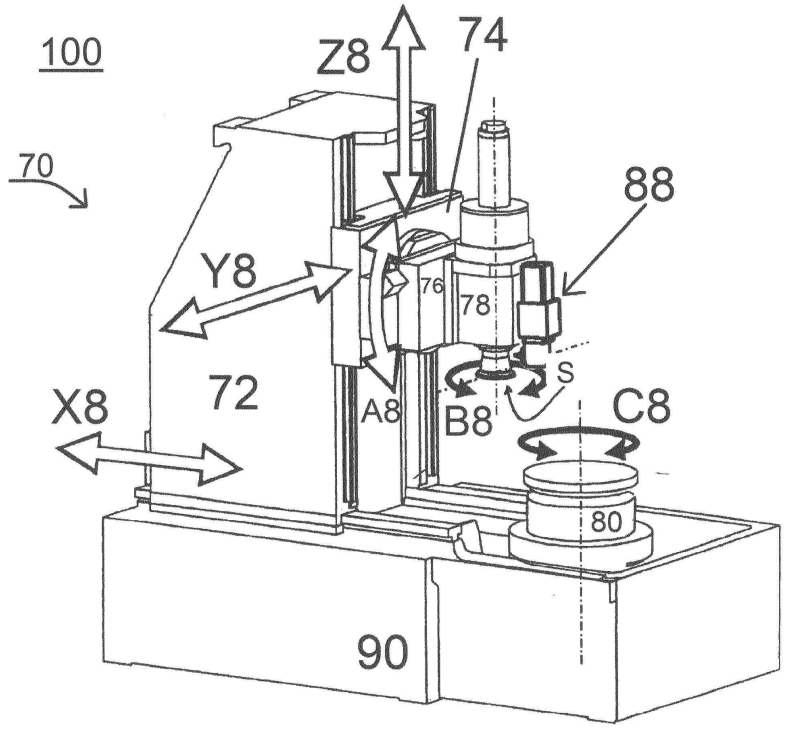
도면6


610
X6
600
A6
601
Z6
B6
C6
Y6
602
604
644
643
X4
Z4
640
641
642

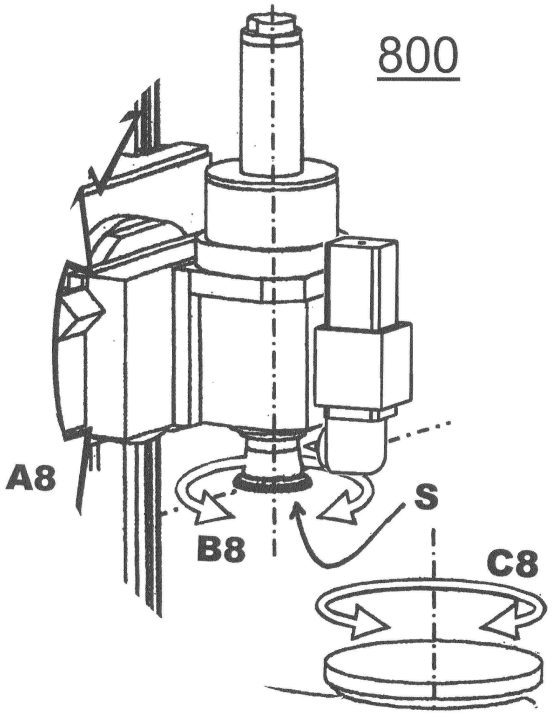
도면7


X4
Z4
642
641
C6
602
643

도면8a



도면8b



도면8c

