



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

(11) 공개번호 10-2016-0141760  
(43) 공개일자 2016년12월09일

- |   |  |
|---|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/> <i>B23F 23/12</i> (2006.01) <i>B23F 1/02</i> (2006.01)<br/> <i>B23F 19/12</i> (2006.01) <i>B24B 53/12</i> (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/> <i>B23F 23/1231</i> (2013.01)<br/> <i>B23F 1/023</i> (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-7029272<br/>                 (22) 출원일자(국제) 2015년03월09일<br/>                 심사청구일자 없음<br/>                 (85) 번역문제출일자 2016년10월20일<br/>                 (86) 국제출원번호 PCT/EP2015/054803<br/>                 (87) 국제공개번호 WO 2015/154925<br/>                 국제공개일자 2015년10월15일<br/>                 (30) 우선권주장<br/>                 544/14 2014년04월08일 스위스(CH)</p> | <p>(71) 출원인<br/>                 라이스하우어 아게<br/>                 스위스 체하-8304 발리셀렌 인두스트리스트라세 36</p> <p>(72) 발명자<br/>                 비르츠 발터<br/>                 스위스 체하-8330 페피콘 펠트슈트라세 27 비</p> <p>(74) 대리인<br/>                 유미특허법인</p> |
|---|--|

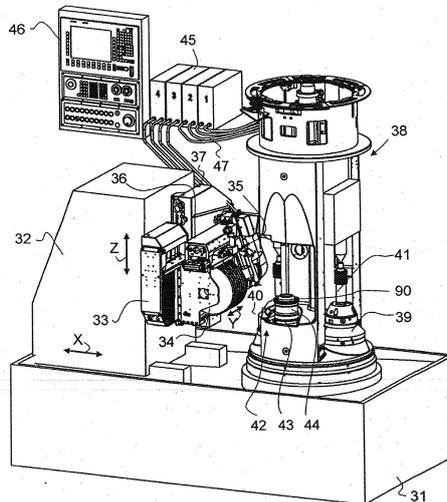
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **연삭 휠을 빠르고 유연하게 드레싱하기 위한 방법 및 장치**

**(57) 요약**

단일 또는 다중 나사산 연삭 휠(34)을 드레싱(dressing)하기 위한 방법이 개시되는데, 연삭 휠과 기어형 드레싱 공구 사이에 기본 롤링 운동이 발생된다. 연삭 휠의 플랭크를 수정하기 위해, 추가적인 상대 운동이 기본 롤링 운동에 중첩된다. 또한, 이러한 방법을 위해 특별히 설계된 보조 구동기, 대응적으로 설계된 공작 기계, 및 본 방법을 수행하기 위한 드레싱 공구가 개시된다.

**대표도** - 도5



(52) CPC특허분류

*B23F 19/125* (2013.01)

*B24B 53/12* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

단일 또는 다중 나사산 연삭 워(34)을 드레싱(dressing)하기 위한 방법으로서,  
 연삭 워(34)과 기어형 드레싱 공구(90) 사이에 기본 롤링 운동을 발생시키는 단계; 및  
 상기 연삭 워(34)과 드레싱 공구(90) 사이에 추가적인 상대 운동을 발생시키는 단계를 포함하고,  
 상기 연삭 워(34)의 적어도 하나의 플랭크(flank)(6)에 수정(modification)을 주기 위해 상기 추가적인 상대 운동을 기본 롤링 운동에 중첩시키는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
 상기 기본 롤링 운동을 발생시키는 단계는,  
 연삭 워(34)을 구동시켜 연삭 워 축선 주위로 기본 회전 운동을 수행하는 것,  
 상기 드레싱 공구(90)를 구동시켜, 상기 연삭 워 축선을 가로질러 연장되어 있는 드레싱 공구 축선 주위로 기본 회전 운동을 수행하는 것, 및  
 상기 연삭 워 축선을 따라 드레싱 공구(90)와 연삭 워(34) 사이에 변이 운동을 발생시키는 것을 포함하고,  
 연삭 워(34)의 기본 회전 운동, 드레싱 공구(90)의 기본 회전 운동 및 변이 운동은, 연삭 워(34)과 드레싱 공구(90)가 드레싱 과정 중에 기본 롤링 운동을 수행하도록 결합되어 있는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,  
 상기 추가적인 상대 운동의 적어도 일 부분을 발생시키기 위해 상기 드레싱 공구 축선 주위의 추가적인 회전 운동이 드레싱 공구(90)의 기본 회전 운동에 중첩되는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

#### 청구항 4

제 3 항에 있어서,  
 상기 기본 회전 운동 및 추가적인 회전 운동 모두는 공통의 구동기에 의해 발생되는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,  
 작업 스펴들 구동기를 갖는 작업 스펴들(39) 상에 작업물 대신에 드레싱 공구(90; 90')가 클램핑되며, 상기 작업 스펴들 구동기는 기본 회전 운동과 추가적인 회전 운동 모두를 발생시키거나, 또는  
 상기 드레싱 공구(90; 90')는 드레싱 스펴들 구동기를 갖는 별도의 드레싱 스펴들 상에 클램핑되며, 상기 드레싱 스펴들 구동기가 기본 회전 운동과 추가적인 회전 운동 모두를 발생시키는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

#### 청구항 6

제 3 항에 있어서,  
 상기 기본 회전 운동과 추가적인 회전 운동은 서로 개별적인 구동기들에 의해 발생되는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

**청구항 7**

제 6 항에 있어서,

상기 드레싱 공구(90)는 추가 구동기(44; 80)의 스핀들 상에 클램핑되며, 상기 추가 구동기(44; 80)는 작업 또는 드레싱 스핀들(52) 상에 클램핑되며, 작업 또는 드레싱 스핀들(52)은 상기 기본 회전 운동을 발생시키고, 추가 구동기(44; 80)는 상기 추가적인 회전 운동을 발생시키는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

**청구항 8**

제 2 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추가적인 상대 운동의 적어도 일부를 발생시키기 위해, 상기 연삭 워 축선 주위의 추가적인 회전 운동이 연삭 워(34)의 기본 회전 운동에 중첩되는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

**청구항 9**

제 2 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추가적인 상대 운동의 적어도 일부를 발생시키기 위해, 상기 연삭 워 축선을 따르는 상기 연삭 워(34)과 드레싱 공구(90; 90') 사이의 추가적인 운동이 상기 변이 운동에 중첩되는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

**청구항 10**

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 드레싱 공구(90; 90')는 자신의 외주에서 하나 이상의 치부(91)를 가지며, 치부(91)는 원주 방향 치부 두께와 원주 반향 치부 피치(94, 95)를 가지며, 상기 치부 두께와 치부 피치는, 드레싱 공구(90; 90')와 연삭 워(34)이 드레싱 중에 언제나 최대 하나의 접촉점에서만 접촉을 하도록 선택되는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,

상기 드레싱 공구(90; 90')는 설계 치부 수( $z$ )를 갖는 기어로부터 얻어지고, 상기 기어에 있는 치부(91)의 수는 상기 설계 치부 수( $z$ ) 보다 작으며, 각 경우 임의의 두 존재하는 치부(91) 사이에서 적어도 하나의 치부가 생략되어 있는, 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법.

**청구항 12**

기어형 드레싱 공구(90)를 구동시키기 위한 추가적인 구동기(44; 80)로서,

상기 추가적인 구동기(44; 80)는 공작 기계의 작업 또는 드레싱 스핀들 상에 장착되며, 상기 작업 또는 드레싱 스핀들은 작업 또는 드레싱 스핀들 축선 주위로 기본 회전 운동을 발생시키며,

상기 추가적인 구동기(44; 80)는 작업 또는 드레싱 스핀들 축선 주위의 추가적인 회전 운동을 상기 기본 회전 운동에 중첩시키도록 NC 제어기(45)에 의해 제어되는, 기어형 드레싱 공구를 구동시키기 위한 추가적인 구동기.

**청구항 13**

공작 기계로서,

연삭 워(34);

연삭 워 축선 주위로 연삭 워(34)의 기본 회전 운동을 발생시키기 위한 연삭 워 구동기(35);

기어형 드레싱 공구(90);

상기 연삭 워 축선을 가로질러 연장되어 있는 작업 또는 드레싱 스핀들 축선 주위로 드레싱 공구(90)의 기본 회전 운동을 발생시키기 위한 작업 또는 드레싱 스핀들;

상기 연삭 워 축선을 따라 연삭 워(34) 및 작업 또는 드레싱 스핀들을 서로에 대해 움직이게 하기 위한 변이 구

동기(37);

상기 연삭 워름(34) 및 드레싱 공구(90)를 서로의 쪽으로 또한 서로 멀어지게 움직이게 하기 위한 수평 이송 장치(32); 및

드레싱 과정 중에 연삭 워름(34)과 드레싱 공구(90) 사이에 기본 롤링 운동을 발생시키기 위해 상기 연삭 워름 구동기(35), 작업 또는 드레싱 스핀들 및 변이 구동기를 전자적으로 연결하는 NC 제어기(45)를 포함하고,

상기 NC 제어기(45)는, 연삭 워름 플랭크에 추가적인 수정을 주기 위해 추가적인 상대 운동이 기본 롤링 운동에 중첩되도록 상기 작업 또는 드레싱 스핀들, 연삭 워름 구동기(35), 변이 구동기(37) 및/또는 수평 이송 장치(32)를 추가적으로 제어하도록 되어 있고,

상기 공작 기계는 드레싱 공구(90)를 구동시키기 위한 추가적인 구동기(44; 80)를 포함하고, 추가적인 구동기(44; 80)는 작업 또는 드레싱 스핀들 상에 장착되며, 상기 추가적인 구동기는 연삭 워름 플랭크에 추가적인 수정을 주기 위해 작업 또는 드레싱 스핀들 축선 주위의 추가적인 회전 운동을 상기 기본 회전 운동에 중첩시키도록 상기 NC 제어기(45)에 의해 제어되는, 공작 기계.

**청구항 14**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 따른 드레싱 방법에 사용되는 드레싱 공구로서, 드레싱 공구는 경질 재료 입자로 코팅되어 있고 설계 치부 수(z)를 갖는 기어로부터 얻어지고, 상기 기어에 있는 치부(91)의 수는 상기 설계 치부 수(z) 보다 작으며, 각 경우 2개의 존재하는 치부(91) 사이에서 적어도 하나의 치부가 생략되어 있는 드레싱 공구.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 드레싱 공구는 연삭 워름의 외경을 선삭하기 위해 그리고/또는 연삭 워름의 나사산 끝밀(root)을 풀러지 절삭하기 위해 경질 재료 입자로 코팅되어 있는 영역(92, 93)을 가지고 있는, 드레싱 공구.

**청구항 16**

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

각 경우에 임의의 존재하는 두 치부(91) 사이에서 동일한 수의 치부가 생략되어 있는, 드레싱 공구.

**청구항 17**

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

드레싱 공구의 원주 주위의 분포에 관해서 각 경우 존재하는 치부(91) 사이에서 항상 동일한 수의 치부가 생략되어 있는 것은 아닌, 드레싱 공구.

**청구항 18**

제 14 항 또는 제 15 항에 있어서,

각 경우 2개의 존재하는 치부 사이에 2개 또는 3개의 치부가 생략되어 있는, 드레싱 공구.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 출원은 연삭 워름(worm), 특히 연속적인 생성 연삭을 위한 연삭 워름을 드레싱(dressing)하기 위한 방법, 이러한 목적으로 특별히 설계된 드레싱 장치, 대응적으로 준비된 공작 기계, 및 대응하는 드레싱 공구에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 연삭 워름은 예컨대 자동차 산업에서 많이 사용되는 종류의 특히 동력 전달 장치의 기어에 대한 고정밀 치부의 정밀 또는 마무리 기계 가공을 위해 사용되고 있다. 이 과정에서 사용되는 연삭 방법은 연속적인 생성 연삭인데, 이는 높은 효율과 정확도를 가지면서 작업물에 생길 플랭크 형상에 대해 큰 유연성을 가지고 있는 방법이다.

한편, 이 유연성은, 작업물의 기계 가공 중에 여러 축에서의 개별적인 기계 운동 간의 상호 작용, 및 다른 한편으로는, 연삭 워 자체에 상이한 플랭크 형상을 제공하고 또한 이를 작업물에 재현할 수 있는 가능성에 의해 제공된다.

- [0003] 상기 연삭 워는 적절한 공구, 예컨대 다이아몬드 공구를 사용하여 정밀 기계 가공될 수 있는 드레싱가능한 몸체로 만들어질 수 있다. 과거에는, 이들 연삭 워를 드레싱하기 위한 많은 다른 종류의 방법이 개발되었는데, 이 방법은 요건에 따라 한편으로 다소 복잡하고 다른 한편으로는 다소 유연하다.
- [0004] 아마도 대 부분의 경우, 오늘날 드레싱은 디스크형 드레싱 공구, 예컨대 다이아몬드 코팅된 디스크로 수행되는데, 드레싱 공구의 플랭크(이하, 작용 표면이라고도 함)는 원하는 프로파일 형상(즉, 프로파일의 높이 방향을 따른 플랭크 형상)의 음의 이미지를 연삭 워에 형성하게 된다. 이는 비교적 빠른 드레싱을 가능하게 해준다. 운동 면에서, 드레싱은 나사 밀링 또는 나사 연삭과 유사한 방식으로 일어나는데, 드레싱 공구는 연삭 워 축선에 대략 평행한 축선 주위로 빠르게 회전하고 그의 작용 표면은 회전하는 연삭 워에 평행하게 이 연삭 워를 축 방향으로 지나간다. 이 과정 중에, 드레싱 공구는 전체 프로파일 높이에 걸쳐 연삭 워와 선형 접촉을 하게 된다. 결과적으로, 드레싱 공구의 작용 표면의 프로파일 형상이 연삭 워 플랭크에 직접 전사된다. 일반적으로, 전체 드레싱 스톡(stock)을 제거하기 위해서는 여러 번의 패스가 필요하다. 다중 나사산 연삭 워의 경우에는, 대응하는 절차가 모든 나사산에 대해 필요하다. 다른 프로파일이 연삭 워 플랭크에 필요하면, 다른 플랭크 프로파일을 갖는 드레싱 공구가 필요하게 된다. 드레싱 공구에 있는 작용 표면의 프로파일 형상이 드레싱 중에 연삭 워 플랭크에 1:1로 전사되므로, 연삭 워 플랭크의 형상은 워의 폭에 걸쳐 변할 수 없다. 위상적(topological) 연삭에 필요한 종류의 더 복잡한 플랭크 형상, 특히 진정한 자유형 표면은 이 방법으로는 드레싱될 수 없다. 더욱이, 드레싱 공구는 물론 워 피치에 따라 앞뒤로 연속적으로 이동해야 하기 때문에, 드레싱 중의 연삭 워의 속도는 심하게 제한된다.
- [0005] 사실 선형 프로파일링만이 보편적이다. 이 방법(전술한 드레싱 과정과 운동학적으로 유사한 방식으로 작용함)에서, 디스크형 공구가 마찬가지로 사용된다. 그러나, 이 디스크형 공구는 외부 림에서만 작용 표면(일반적으로 원환형입)을 갖는다. 공구의 축방향 단면에서 볼 때, 그 표면의 반경은 드레싱될 프로파일 높이에 비해 작으며, 그러므로, 대략적으로, 상기 표면은 드레싱 중에 연삭 워 플랭크와 점 접촉만 하게 된다. 그러므로, 워 나사산을 통과하는 축방향 패스 중에, 워 플랭크 상의 한 선(줄(row)이라고도 함)만 드레싱된다. 워 플랭크 상의 전체 프로파일 높이를 드레싱하기 위해서는, 대응적으로 많은 수의 줄 또는 패스가 필요하게 되며, 이 경우, 각 줄은 워 플랭크 상에서 상이한 직경으로 위치되며, 워 플랭크의 축방향 경로에서는, NC 프로그램의 제어 하에 각 경우 인접한 줄과 약간 다를 수 있다. 여기서, 줄 사이의 선택된 간격은, 드레싱 플랭크에 형성된 파형부가 충분히 감소되도록 작아야 한다. 다중 나사산 프로파일을 갖는 연삭 워의 경우, 각 나사산에 대해 전체 과정이 필요하다. 이 결과 드레싱 시간이 매우 길어지게 되며, 가장 유리한 경우에도, 한 작업물에 대한 연삭 시간의 수 배에 이르게 된다. 그러므로, 많은 경우에 드레싱 시간은 경제적이기에는 너무 길다.
- [0006] 전술한 드레싱 방법에 대한 개량이 DE 197 06 867 B4에 개시되어 있다. DE 196 24 842 A1 에는, 워 나사산 프로파일의 어떤 부분이 선형 접촉으로 드레싱되고 다른 부분은 대략 점 접촉으로 드레싱되는 방법이 개시되어 있다. 선형 프로파일을 위한 방법이 WO 95/24989에 개시되어 있다.
- [0007] 가장 빠르지만 유연성이 가장 작은 공지된 드레싱 방법은 공구로서 "드레싱 마스터"를 사용하는데, 이 드레싱 마스터는 원통형 드레싱 기어 또는 드레싱 워이며, 이는 치부의 기하학적 구조에 있어서 동일하다. 모듈 및 수정에 대해서는, 드레싱 마스터의 치부 형상은 연삭될 작업물 치부에 정확히 대응한다. 그의 외부 표면은 경질 재료 입자, 예컨대 다이아몬드로 코팅되어 있다. 드레싱은, 드레싱 마스터를 작업물 대신에 연삭 워와 맞물리게 하고 연삭 과정에 있는 작업물 처럼 드레싱 마스터를 워 축선에 평행하게 연삭 워를 지나 이동시킴으로써 수행된다. 결과적으로, 마스터의 플랭크 형상이 연삭 워의 플랭크에 재현된다. 워 나사산의 프로파일 형상이 연삭 워의 폭에 걸쳐 가변적이면(이는 위상적 치부를 연삭하는데에 필요함), 드레싱 마스터 자체도 이 위상을 가져야 하며, 드레싱 마스터는 변이 운동과 동시에 축선 방향으로 이동하게 해야 하며, 결국, 대각선 방향 셰이빙(shaving)시의 운동과 유사한 운동이 나타나게 된다.
- [0008] 작업물 대신에 드레싱 마스터가 체자리에 클램핑될 수 있고 연삭 워와 맞물릴 수 있도록 구성되면, 드레싱이 이러한 방법으로만 수행되는 기계는 특별한 드레싱 장치를 필요로 하지 않으며, 드레싱에 필요한 모든 운동은 작업물을 연삭할 때와 동일하다. 필요한 드레싱 시간은 한 작업물에 대한 연삭 시간과 대략 같다. 다이아몬드 드레싱 마스터를 사용하는 드레싱 방법의 일 예가 US 3,602,209에 개시되어 있다.
- [0009] 이 방법은 빠르지만, 완전히 유연하지 않다. 수정에 단지 약간의 변화를 가하려고 한다 하더라도, 일반적으로

적어도 드레싱 마스터에 대한 재가공이 필요하게 되는데, 하지만 대 부분의 경우에는 완전히 다시 제작하는 것이 필요하다. 양 방안은 수고가 많이 들며 비용도 많이 든다. 더욱이, 마스터의 제작에는 일반적으로 비용이 매우 많이 드는데, 왜냐하면, 그 마스터는 모든 점에서 정확히 연삭 대상 치부의 형상을 가져야 하기 때문인데, 즉 마스터는 항상 개별적으로 맞춤 제작되기 때문이다.

[0010] 그러므로, 전반적으로, 연삭 워를 NC 프로그램으로 기술될 수 있는 형상으로 효율적으로 유연하게 드레싱할 수 있는 유용한 방법은 아직까지는 없는 것이다. 이것이, 기술적 관점에서 "위상적 연삭"에 대한 요구가 매우 많이 있음에도 아직까지 그 위상적 연삭이 대량 생산으로 확립되지 못한 한 이유이다. 이러한 종류의 드레싱 방법이 이용가능하면, 훨씬 복잡한 치부 시스템도 경제적으로 만들 수 있다. 그리하여, 파워 쓰루풋(power throughput)의 최적화 및 동력 전달 장치의 낮은 소음 레벨에 대한 새로운 가능성이 설계자에게 열릴 것이다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0011] 본 발명의 일 목적은, 단일 또는 다중 나사산 연삭 워를 드레싱하기 위한 방법으로서, 간단한 표준 공구로 수행될 수 있고 빠른 드레싱을 가능하게 하면서도 이루어질 수 있는 플랭크 수정에 대해 매우 유연한 상기 방법을 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0012] 상기 목적은 청구항 1에 기재되어 있는 바와 같은 방법으로 달성된다. 이 방법을 실시하기 위해 특별히 설계된 추가적인 구동기가 청구항 12에 제공되어 있다. 청구항 13은, 상기 방법을 수행하기 위해 특별히 만들어진 공작 기계를 규정한다. 상기 방법을 수행하기 위해 특별히 설계된 드레싱 공구가 청구항 14에 제시되어 있다. 다른 실시 형태는 종속 청구항에 제시되어 있다.

[0013] 단일 또는 다중 나사산 연삭 워를 드레싱(dressing)하기 위한 본 발명에 따른 방법은 무엇 보다도 다음과 같은 특징들을 가지고 있다: 연삭 워과 기어형 드레싱 공구(즉, 외주에서 하나 이상의 치부를 갖는 드레싱 공구) 사이에 기본 롤링 운동을 발생된다. 이를 위해, 일반적으로 연삭 워이 구동되어, 연삭 워 축선 주위로 기본 회전 운동을 수행하게 되며, 드레싱 공구가 구동되어 드레싱 공구 축선 주위로 기본 회전 운동을 수행하게 되며, 드레싱 공구 축선은 연삭 워 축선을 가로질러(횡으로) 연장되어 있고, 상기 연삭 워 축선을 따라 드레싱 공구와 연삭 워 사이에 변이 운동이 더 발생된다(예컨대, 연삭 워를 그의 축선을 따라 드레싱 공구에 대해 움직이게 하거나 드레싱 공구를 연삭 워의 축선을 따라 그 연삭 워에 대해 움직이게 하여). 연삭 워의 기본 회전 운동, 드레싱 공구의 기본 회전 운동 및 변이 운동은, 연삭 워과 드레싱 공구가 드레싱 작업 중에 항상 정확한 롤링 결합 상태로 있도록 결합되어 있다. 기본 롤링 운동에만 기초하여, 드레싱 공구는, 연삭 워 플랭크에 있어서 드레싱 공구가 드레싱 작업 중의 특정한 시점에서 결합하게 될 영역에 대해 항상 동일한 축방향 위치에 있게 될 것인데, 즉 드레싱 공구는 드레싱 중에 항상 연삭 워 플랭크로부터 동일한 양의 스톡(stock)을 제거할 것이다.

[0014] 이러한 점에서 본 발명에 따른 방법은 드레싱 마스터를 사용하는 종래의 드레싱 방법에 기본적으로 대응하며, 또한 이러한 점에서, 드레싱 공구의 치부의 플랭크 형상이 본 방법에서 연삭 워 플랭크에 재현될 것이다.

[0015] 본 발명에 따르면, 추가적인 상대 운동이 드레싱 공구와 연삭 워 사이의 기본 롤링 운동에 증첩된다. 이 추가적인 상대 운동은 다양한 방식으로 발생될 수 있다. 추가적인 상대 운동은 바람직하게는 드레싱 공구 축선 주위로 일어나는 드레싱 공구의 추가적인 회전 운동에 의해 발생될 수 있으며, 그 추가적인 회전 운동은 드레싱 공구의 기본 회전 운동에 증첩된다. 결과적으로, 드레싱 중에 드레싱 공구에 의해 연삭 워 플랭크로부터 제거되는 스톡의 양에 직접적인 변화가 있게 된다. 그러나, 일 대안으로서, 추가적인 회전 운동을 연삭 워의 기본 회전 운동에 증첩시킬 수도 있다. 결과적으로, 연삭 워는 드레싱 공구의 플랭크 쪽으로 또는 그로부터 멀어지게 스스로 나사 회전하는 것으로 생각할 수 있으며, 그리하여, 마찬가지로 드레싱 중에 드레싱 공구에 의해 연삭 워 플랭크로부터 제거되는 스톡의 양이 변하게 된다. 또한, 상기 연삭 워 축선을 따르는 드레싱 공구와 연삭 워 사이의 추가적인 축방향 운동을 변이 운동에 증첩시킬 수 있는데, 이 경우, 그 추가적인 축방향 운동은, 연삭 워에 대한 추가적인 운동을 드레싱 공구에 주거나 또는 드레싱 공구에 대한 추가적인 운동을 연삭 워에 주어 발생될 수 있다. 다른 유사한 가능성은, 소위 X 축 상에서 상기 추가적인 운동을 실행하는 것이다. 이 경우, 드레싱 공구와 연삭 워 사이에 작은 상대 운동이 일어나, 드레싱 공구와 연삭 워는 드레싱 공구의 회전 축선 및 연삭 워 축선 모두에 수직인 방향으로 서로의 쪽으로 또한 서로 멀어지게 움직이게 된다. 소위 Z 축을 따르는 상대 운동도 가능하다. 추가적인 상대 운동을 발생시키기 위한 이들 가능성들은 또한 서로 결합될 수

있다.

- [0016] 상기 추가적인 상대 운동에 의해, 연삭 워 플랭크가 수정되는데, 즉 연삭 워 플랭크는 롤링의 결합에 근거하여 드레싱 공구의 치부의 플랭크 형상의 재현만으로 얻어지게 될 형상과는 다른 프로파일 형상을 갖게 된다.
- [0017] 따라서 본 발명에 따른 방법은 연삭 워와 드레싱 공구 사이의 총 상대 운동을 기본 롤링 운동과 추가적인 운동으로 나누는데, 추가적인 운동은 연삭 워 플랭크의 원하는 수정을 나타낸다. 추가적인 운동이 예컨대 드레싱 공구의 추가적인 회전 운동에 의해 발생되면, 드레싱 공구의 총 회전 운동은, 기본 속도( $n_g$ )를 갖는 기본 회전 운동 및 중첩되는 추가적인 회전 운동(원하는 수정을 나타냄)으로 나누어진다.
- [0018] 드레싱 공구의 기본 회전 운동의 각속도( $\omega_g$ )는 드레싱 공구와 연삭 워의 기하학적 특성(특히, 드레싱 공구의 설계 치부 수( $z$ )와 연삭 워에 있는 나사산의 수( $g$ ) 사이의 비( $i = z/g$ )), 연삭 워의 기본 회전 운동의 각속도( $\omega_s$ ), 및 변이 운동의 속도( $v_y$ )에만 달려 있다. 아래에서 논의하겠지만, 드레싱 공구에서 치부가 없을 수 있다. "설계 치부 수" 라는 용어는, 치부가 제거되어 있지 않은 경우 동일한 직경과 동일 나선각을 갖는 동일한 치부가 갖게 될 치부의 수를 말한다. 다시 말해, 설계 치부 수는, 각 경우에 정확히 하나의 치부가 롤링 운동 중에 연삭 워의 서로 대향하는 두 플랭크 사이의 틈 안으로 들어간다고 할 때 드레싱 공구의 원주에 존재하는 치부의 수이다. 드레싱 공구의 기본 회전 운동의 각속도는 전체 변이 운동에 걸쳐 일정한 부호를 갖는다. 연삭 워의 기본 회전 운동의 일정한 각속도( $\omega_s$ ), 변이 운동의 일정한 속도( $v_y$ ), 및 드레싱 공구의 기본 회전 운동의 각속도 역시 일정하다. 연삭 워의 각속도 및/또는 변이 속도가 변하는 경우에만, 기본 회전 운동의 각속도가 변하게 된다. 따라서, 드레싱 공구의 기본 회전 운동은 공지된 생성 연삭 기계에서 표준적인 방식으로 발생하는 바와 같은 작업물의 회전 운동에 대응한다.
- [0019] 추가적인 상대 운동은 연삭 워의 회전각에 달려 있다. 따라서 운동의 양은 연삭 워의 회전각의 함수로 변한다. 동시에, 추가적인 상대 운동의 방향은 드레싱 작업 중에 여러 번 변하게 된다. 아래에서 더 자세히 설명하겠지만, 방향의 이러한 변화는 일반적으로 연삭 워의 회전각에 대해 대략 주기적으로 일어난다. 특히, 작업물의 폭을 가로질러 일정한 단순 프로파일 수정(예컨대, "위상적(topological)" 수정이 없는 단순 프로파일 크라운링(crowning))을 작업물에 주고자 하는 경우, 동일한 추가적인 운동 패턴이 전체 변이 범위에 걸쳐 주기적으로 반복된다. 그래서, 드레싱 결과는 공지된 드레싱 디스크로 얻어지는 것에 대응한다. 작업물에 대한 더 일반적인 "위상적" 수정이 요망되는 경우, 변이 범위에 걸친 추가적인 운동 패턴은 변이 경로의 함수로 추가적으로 변하게 된다. 그러므로, 연삭 워 플랭크에 주어지는 수정은 각각의 변이 위치 또는 워의 폭을 가로지르는 각각의 위치에서 다르게 된다. 전체 드레싱 작업에 걸쳐, 추가적인 상대 운동의 속도는 일반적으로 본질적으로 평균하여 제로가 된다.
- [0020] 추가적인 상대 운동은 바람직하게는 NC 제어로 발생된다. 상기 수정은 NC 제어 장치의 NC 프로그램으로 특정될 수 있고 필요한 경우에는 신속하게 변경될 수 있다. 그리고 NC 프로그램은 수정을 드레싱 공구 및/또는 연삭 워의 대응하는 추가적인 운동으로 전환시킨다. 이렇게 하여, 훨씬 더 느린 공지된 선형 프로파일링 과정에서처럼, 심지어 복잡한 3D 자유형 표면도 NC 프로그램으로 드레싱될 수 있다. 선형 프로파일링과는 달리, 본 발명에 따른 방법은 매우 효율적이다.
- [0021] 본 발명에 따른 방법은, 축선이 교차하면서 서로 맞물리는 두 원통형 기어 사이의 결합에서 플랭크 사이에는 일반적으로 단지 점접촉만 일어나는 특성을 이용한다. 치부의 기하학적 구조 면에서, 연삭 워는 가파른 헬리컬 치부를 갖는 원통형 기어이다. 이제 본 발명에 따른 방법은, 맞물림 중에 워 플랭크 상에 형성되는 접촉 궤도는 원통형 기어의 치부의 기하학적 구조에는 거의 독립적이다 라는 사실을 이용한다. 큰 또는 작은 크라운링을 갖는, 중첩되는 위상적 구조를 갖거나 갖지 않은, 곧은 치부 이든 또는 헬리컬 치부든 관계 없이, 워 플랭크 상의 접촉 궤도는 항상 대략 동일한 형태를 갖게 되는데, 즉 플랭크에 걸쳐 나선형으로, 일반적으로 대략 2개의 나사산 피치에 걸쳐 골밀(root)에서 선단까지 또는 선단에서 골밀까지 연장되어 있다. 이로부터 알 수 있는 바와 같이, 예컨대 마치 위상적으로 수정된 헬리컬 치부가 연삭되고 있는 것 처럼 수정되지 않은 곧은 치부를 연속적인 생성법으로 연삭할 때 거의 동일한 접촉 궤도가 연삭 워 플랭크 상에 형성된다. 접촉 궤도가 정확히 동일하지 않은 것은, 수정 영역에서의 압력각이 약간 변하기 때문이다. 그러나, 수정은 일반적으로 대응하는 프로파일 높이 보다 작은 적어도 2 오더의 크기이므로, 편차는 전체적으로 매우 작다.
- [0022] 치부 수( $z$ )를 갖는 수정되지 않은 그리고 이론적으로 정확한 곧은 인볼류트 치부가 이제 개념적으로, 나사산 수( $g$ )를 갖는 워(연삭 워이 아니고 동력 전달 워이지만, 이의 플랭크는 크라운링된 치부를 연삭하기 위한 연삭 워이 가져야 할 형상을 정확히 가짐)와 맞물리면, 대략 상기 접촉 궤도에서 플랭크 접촉이 있을 것이다. 기어 법

칙은 더 이상 만족되지 않을 것인데, 즉 전달비( $i=z/g$ )는 연삭 워의 각 회전각에 대해 더 이상 일정하지 않을 것이다. 사실상, 접촉비가 대략 2 이터라도(이는 거의 항상 통상적인 치부의 경우임) 곧은 치부의 단일 플랭크가 접촉할 수 있는 상황이 될 것인데, 다시 말해, 접촉 궤도의 전체 길이에 걸쳐 워 플랭크와의 접촉은 더 이상 없을 것이다. 이는, 순간적으로 가장 큰 양의 수정량을 갖는 영역에 가장 가까운 생성 영역에서 그 기어 플랭크가 워와 접촉할 수 있기 때문이다. 이때, 각각의 선두 또는 후미 플랭크는 워와 플랭크와 접촉하지 않을 것이다.

[0023]  $z$  개의 치부 중  $z-1$  개의 치부가 제거되어 있는 치부에서 처럼, 곧은 치부의 단일 플랭크가 워를 통해 롤링한다면 상황은 달라질 것이다. 이 경우, 맞물림은 더 이상 선두 또는 후미 플랭크의 방해받지 않을 것이다. 물론, 맞물림 기간 중에는 불규칙한 런닝이 여전히 있을 것이지만, 워 플랭크 상의 접촉 궤도가 각 경우 그의 전체 길이에 걸쳐 사용될 것이다. 이제 곧은 치부의 회전 운동의 불규칙성은 워에 존재하는 수정의 재현이 될 것이다.

[0024] 더 정확하게 말하면, 워를 통해 롤링할 때, 단일 치부를 갖는 이 기어의 회전 운동은 기본 회전 운동(나사산 수에 대한 치부 수의 비( $i = z/g$ )에 의해 주어짐), 워의 회전 운동과 변이 운동( $v_y$ ), 및 매우 작은 추가적인 회전 운동(이하, "미소 운동"이라고도 하며, 워 플랭크에 대한 수정에 기초하여 얻어짐)으로 구성된다. 여기서, 작은 회전 운동의 양과 방향은 워의 회전각에 달려 있다.

[0025] 이를 고려하면, 개별 치부의 서로 대향하는 플랭크는 접촉해서는 안 된다는 것은 자명하며, 이와는 달리, 곧은 치부의 후방측은 워의 대향하는 플랭크에 대해 충분한 여유가 항상 있도록 물러나 있어야 한다.

[0026] 이 이론적인 모델이 위상적으로 수정된 워에 적용된다면, 워의 폭을 가로지르는 "단일 치부" 기어의 변이 중에 치부 플랭크가 워 나사산을 통해 롤링하는 각 변이 위치에서 상이한 중첩된 미소 운동이 일어날 것이다. 이 경우, 이들 미소 운동의 각 개별 미소 운동의 양과 방향은 워의 회전각 뿐만 아니라 각각의 변이 위치와도 관련되어 있다. 이들 중첩되는 미소 운동 전부는 총 위상적 형상을 나타낸다.

[0027] 다음 단계로서, 전술한 워가 다시 한번 연삭 워으로 대체되고 또한 치부가 생략되어 있는 곧은 치부가 다이아몬드 또는 다른 적절한 경질 재료 입자로 코팅된 드레싱 공구(적절한 수단에 의해 구동되어 방금 설명한 불규칙한 방식으로 회전하게 됨)로 대체되면, 연삭 워는 원하는 형상으로 드레싱될 수 있다. 연속적인 운동 중에, 드레싱 공구는 워의 폭을 가로질러 변이되어 워가 완전히 드레싱될 수 있으며, 이 과정 중에, 중첩되는 미소 운동의 패턴의 양과 방향이 변이 위치에 따라 연속적으로 변하게 된다. 대향하는 워 플랭크의 프로파일링은 드레싱 공구에 있는 치부의 대향하는 플랭크로 제 2 패스에서 유사한 방식으로 수행된다.

[0028] 위와 같은 고려에서, 출발점은 단일 치부를 갖는 드레싱 공구이다. 그러나, 드레싱 공구는 원주에서 하나 보다 많은 치부를 갖는 것도 가능하다. 유일한 조건은, 동일한 방향으로 향하는 2개 이상의 플랭크(즉, 우측 또는 좌측 플랭크)가 동시에 맞물리지 않도록 치부들은 멀리 서로 떨어져 있어야 한다는 것인데, 즉 연속하는 두 치부 사이의 간격은 항상 맞물림 길이 보다 커야 한다. 이터면, 미소 운동이 수행될 때 치부들이 서로를 간섭하지 않는다. 대부분의 경우에, 이는 매 세번째의 치부만 존재할 때의 경우이다. 따라서, 모든 3개의 치부 중 2개가  $z$  개의 치부를 갖는 곧은 치형의 기어로부터 제거되어 있는 것과 같은 예시적인 드레싱 공구가 나타날 수 있다. 나머지 치부의 치부 두께는 연삭 워와의 2-플랭크 접촉이 일어날 수 없도록 감소되어야 한다.

[0029] 위와 같은 고려에서 출발점은 드레싱 공구의 곧은 치부였다. 그러나, 상기고려는 헬리컬 치부에도 쉽게 적용될 수 있다.

[0030] 더 일반적으로 말하면, 바람직한 드레싱 공구는 그의 외주에서, 하나 이상, 바람직하게는 동일하게 설계된 곧은 치부 또는 헬리컬 치부를 갖는다. 각 치부는 반경 방향 치부 높이와 원주 방향 치부 두께를 갖는다. 각 경우 두 치부 사이에는 원주 방향 치부 간격이 제공된다. 상기 치부 두께와 치부 간격은, 드레싱 공구와 연삭 워이 드레싱 과정 중에 언제나 최대 하나의 접촉점에서만 접촉을 하도록 선택된다.

[0031] 상기 드레싱 공구는 바람직하게는 설계 치부 수( $z$ )를 갖는 곧은 기어 또는 헬리컬 기어로부터 얻어지고, 상기 기어에 있는 치부의 수는 상기 설계 치부 수( $z$ ) 보다 작으며, 각 경우 두 존재하는 치부 사이에서 적어도 하나의 치부가 생략되어 있다. 각 경우 바람직하게는 2개 또는 3개의 치부가 생략되어 있다.

[0032] 본 발명에 따른 방법에 의해, 서로 가까이 인접해 있는 드레싱 궤도가 연삭 워 플랭크 상에 형성되며, 전반적으로 이 궤도로 인해 미리 결정될 수 있는 연삭 워 플랭크 형상이 얻어진다. 원리적으로, 이들 드레싱 궤도는 작업 플랭크와 접촉하여 다음 연삭 중에 또한 일어나는 접촉 궤도에 대응한다.

- [0033] 이미 언급한 바와 같이, 드레싱 공구와 연삭 휠 사이의 추가적인 상대 운동은 바람직하게는 추가적인 회전 운동을 드레싱 공구의 기본 회전 운동에 중첩시켜 발생된다. 이것이 바람직한 이유는, 드레싱 공구의 관성 모멘트가 일반적으로 연삭 휠의 관성 모멘트 보다 상당히 작으며 그래서 드레싱 공구에서의 빠른 추가적인 회전 운동이 연삭 휠에서 보다 더 쉽게 발생할 수 있기 때문이다. 더욱이, 일반적으로 드레싱 공구의 빠른 추가적인 회전 운동은 연삭 휠 축선을 따르는 연삭 휠과 드레싱 공구 사이의 빠른 작은 축방향 추가 운동 보다 더 쉽게 또한 더 정확하게 발생할 수 있다. 드레싱 공구의 추가적인 회전 운동은 다양한 방법으로 발생할 수 있다. 제 1 가능성은, 드레싱 공구의 기본 회전 운동과 추가적인 회전 운동 모두를 공통의 구동기로 발생시키는 것이다. 제 2 가능성은 이 목적으로 서로 개별적인 구동기를 제공하는 것이다.
- [0034] 특히, 작업 스핀들 구동기를 갖는 작업 스핀들 상에 작업물 대신에 드레싱 공구가 클램핑되고 상기 작업 스핀들 구동기는 기본 회전 운동과 추가적인 회전 운동 모두를 발생시키는 실시 형태가 가능하다. 다시 말해, 이러한 실시 형태에서 작업 스핀들은 드레싱 스핀들로서 기능한다. 연속적인 생성 과정으로 연삭할 수 있는 치부 플랭크 연삭 기계에서의 드레싱을 위해, 상기 방법은 원리적으로, 작업물 대신에 작업 스핀들 상에 클램핑될 수 있는 특별한 드레싱 공구만 필요로 한다. 이론적으로, 특별한 드레싱 공구는 필요치 않다. 그러나, 작업 스핀들은 요구되는 추가적인 회전 운동을 충분한 정확도 및 속도로 수행할 수 있어야 한다.
- [0035] 그러나, 실제로는, 작업 스핀들 또는 그의 구동기가 요구되는 작은 추가적인 회전 운동의 발생에 이상적으로 적합하지 않은 경우가 종종 있을 것이다. 강성의 이유로, 연속적인 생성 연삭 기계의 작업 스핀들은 일반적으로 매우 튼튼한 구조로 되어 있고, 그래서 그 작업 스핀들은 비교적 큰 관성 모멘트를 갖게 된다. 이는 교란력을 걸러내기 때문에 실제로는 연삭에 바람직하지만, 선택적으로 주어지는 작고 빠른 추가적인 회전 운동을 수행하는 것을 더욱 어렵게 만든다. 구동 제어 시스템은 또한 주로 양호한 교란 거동을 위해 최적화되며, 안내 거동은 결정적인 주요 사항이 아니다. 작지만 빠른 회전 운동을 발생시키도록 되어 있는 시스템에 대한 요건은 정확히 반대가 되는데, 가능한 한 작은 질량과 매우 양호한 안내 거동을 갖는 구동 제어 시스템이 요구된다. 그러므로, 특별한 드레싱 장치가 제공되는 것이 유리하다.
- [0036] 따라서, 상기 드레싱 공구는 드레싱 스핀들 구동기를 갖는 별도의 드레싱 스핀들 상에 클램핑되는 실시 형태가 가능하며, 이 경우, 상기 드레싱 스핀들 구동기가 드레싱 공구의 기본 회전 운동과 추가적인 회전 운동 모두를 발생시킨다.
- [0037] 그러나, 추가적인 회전 운동이 추가적인 구동기에 의해 개별적으로 발생하는 실시 형태도 가능하다. 이 경우, 드레싱 공구의 기본 회전 운동은 작업물 구동기에 의해 이용가능하다. 그러나, 드레싱 공구의 기본 회전 운동은 드레싱에 최적화된 별도의 드레싱 스핀들에 의해 발생할 수 있다. 많은 경우에, 이것은 상당한 비용을 수반하지만 가장 편리한 방안이다. 어느 설계가 가장 유리한지는, 기계 개념 및 기계가 어떻게 또한 무슨 목적으로 사용되는지에 달려 있다.
- [0038] 양 경우, 드레싱 공구의 추가적인 회전 운동은 특정 요건에 부합되는 특별한 추가 구동기에 의해 발생되며, 이 추가 구동기는 작업 또는 드레싱 스핀들에 장착된다. 이 추가 구동기의 특별한 특징은, 그 자체가 회전 스핀들 상에 배치된다는 것이다. 그러므로, 이 경우, 드레싱 공구는 추가 구동기 상에 클램핑되며, 추가 구동기 자체는 작업 또는 드레싱 스핀들 구동기를 갖는 작업 또는 드레싱 스핀들 상에 장착된다. 그리고 작업 또는 드레싱 스핀들 구동기는 드레싱 공구의 기본 회전 운동을 발생시키고, 추가 구동기는 추가적인 회전 운동을 발생시킨다.
- [0039] 따라서, 본 발명은 또한 기어형 드레싱 공구를 구동시키기 위한 추가적인 구동기에 관한 것으로, 이 구동기의 특징은 다음과 같다: 상기 추가적인 구동기는 공작 기계의 작업 또는 드레싱 스핀들 상에 장착되도록 설계되어 있고, 상기 작업 또는 드레싱 스핀들은 작업 또는 드레싱 스핀들 축선 주위로 기본 회전 운동을 발생시키며, 상기 추가적인 구동기는 작업 또는 드레싱 스핀들 축선 주위의 추가적인 회전 운동을 상기 기본 회전 운동에 중첩시키도록 NC 제어기에 의해 제어될 수 있다.
- [0040] 상기 추가적인 구동기를 위한 많은 다른 실시 형태를 생각할 수 있는데, 예컨대, 통상적인 서보모터 또는 토크모터를 갖거나 압전 액추에이터를 갖는 실시 형태가 가능하다. 마찬가지로, 에너지 및 데이터를 회전하는 드레싱 장치와 교환하기 위한 많은 다른 가능성도 있다. 이는 슬립 링 및 비접촉식으로 작동하는 시스템을 갖는 실시 형태를 포함한다. 비접촉식으로 작동하는 시스템의 경우, 특히, 에너지 및/또는 데이터는 변압기에 의해 유도적으로 전달될 수 있고, 그 변압기의 한 권선은 고정되어 있고 다른 권선은 드레싱 장치와 함께 회전하게 된다. 데이터는 광학적으로도 전달될 수 있다.

- [0041] 본 발명은 또한 본 발명에 따른 방법을 수행하도록 특별히 설계된 공작 기계에 관한 것이다. 이러한 종류의 공작 기계는 다음과 같은 구성 요소를 포함한다:
- [0042] 연삭 워 스펀들 축선 주위로 회전 운동을 발생시키기 위한 연삭 워 스펀들 구동기를 갖는 연삭 워 스펀들;
- [0043] 상기 연삭 워 스펀들 상에 클램핑되는 연삭 워;
- [0044] 기어형 드레싱 공구;
- [0045] 상기 연삭 워 축선을 가로질러 연장되어 있는 작업 또는 드레싱 스펀들 축선 주위로 드레싱 공구의 기본 회전 운동을 발생시키기 위한 작업 또는 드레싱 스펀들 구동기를 갖는 작업 또는 드레싱 스펀들;
- [0046] 상기 연삭 워 축선을 따라 연삭 워 스펀들과 작업 또는 드레싱 스펀들을 서로에 대해 움직이게 하기(변이시키기) 위한 변이 구동기;
- [0047] 상기 연삭 워 및 드레싱 공구를 서로의 쪽으로 또한 서로 멀어지게 움직이게 하기 위한 수평 이송 장치; 및
- [0048] 드레싱 과정 중에 연삭 워와 드레싱 공구 사이에 기본 롤링 운동을 발생시키기 위해 상기 연삭 워 스펀들 구동기, 작업 또는 드레싱 스펀들 구동기 및 변이 구동기를 전자적으로 연결하는 NC 제어기.
- [0049] 본 발명에 따른 방법을 수행할 수 있도록, 상기 NC 제어기는, 연삭 워 플랭크에 추가적인 수정을 주기 위해 추가적인 상대 운동이 기본 롤링 운동에 중첩되도록 상기 작업 또는 드레싱 스펀들 구동기, 연삭 워 스펀들 구동기, 변이 구동기 및/또는 수평 이송 장치를 추가적으로 제어할 수 있다. 대안적으로, 상기 공작 기계는 상기한 종류의 추가적인 구동기를 가질 수 있고, 연삭 워 플랭크에 추가적인 수정을 주기 위해 작업 또는 드레싱 스펀들 축선 주위의 추가적인 회전 운동을 드레싱 공구의 기본 회전 운동에 중첩시키도록 상기 NC 제어기는 그 추가적인 구동기를 제어한다. 양 경우, NC 제어기는 프로세서 및 메모리를 가질 수 있고, 메모리는, 프로세서에서 실행되면 상기 추가적인 상대 운동(미소 운동)을 나타내는 NC 제어기의 출력 신호를 발생시키는 소프트웨어 프로그램을 저장하기 위해 사용된다.
- [0050] 본 발명은 또한 위에서 언급한 종류의 드레싱 방법에 사용되는 드레싱 공구를 이용가능하게 한다. 그 드레싱 공구는 경질 재료 입자로 코팅되어 있고 설계 치부 수( $z$ )를 갖는 기어(곧은 기어 또는 헬리컬 기어)로부터 얻어지고, 상기 기어에 있는 치부의 수는 상기 설계 치부 수( $z$ ) 보다 작으며, 각 경우 임의의 2개의 존재하는 치부 사이에서 적어도 하나의 치부가 생략되어 있다.
- [0051] 연삭 워의 외경 및/또는 나사산 골밀이 플랭크와 동시에 드레싱될 수 있도록, 상기 드레싱 공구는 연삭 워의 외경을 선삭하기 위해 그리고/또는 연삭 워의 나사산 골밀을 플런지 절삭하기 위해 경질 재료 입자로 코팅되어 있는 영역을 가질 수 있다. 이들 두 드레싱 영역에 대한 직경이 적절히 선택되면, 연삭 워의 외경 또는 워 나사산의 프로파일 높이가 어떤 한계 내에서 모든 다른 프로파일과는 독립적으로 자유롭게 선택되거나 설정될 수 있다는 본 방법의 과소평가할 수 없는 이점이 있게 된다.
- [0052] 각 경우에 임의의 존재하는 두 치부 사이에서 동일한 수의 치부가 생략될 수 있다. 많은 경우에, 2개 또는 3개의 치부가 생략되는 것이 적절할 수 있다. 그러나, 더 많은 수, 예컨대 4개, 5개 또는 6개의 치부가 생략될 수 있다. 그러나, 각 경우 2개의 치부가 항상 생략되어 있는 드레싱 공구는, 용이한 구별을 위해 3으로 나누어질 수 있는 나사산 수를 갖는 연삭 워를 드레싱하는데에는 제한된 용도만 갖게 되는데, 이는 각 패스에서 단지 하나의 워 나사산만 드레싱될 수 있음을 의미한다. 그러나, 대신에, 원주 상의 나머지 치부에 대해 다른 분포를 선택할 수도 있다. 여기서 일정한 피치는 필요치 않은데, 즉 예컨대 각 경우 원주 상에서 임의의 두 나머지 치부 사이에서 2개, 3개, 그리고 다시 2개 등의 치부를 생략할 수 있다. 따라서, 미소 운동을 제어하기 위한 소프트웨어는 작용 치부의 분포에 맞게 되어 있다.
- [0053] 존재하는 치부는 설계 치부 수( $z$ )를 갖는 미리 정해진 종류의 치부를 위한 수정되지 않은 또는 수정된 플랭크 형상에 대응하는 플랭크를 가질 수 있다. 생성된 치부가 예컨대 수정된 인볼류트 치부이면, 존재하는 치부는 바람직하게는 인볼류트 형상을 갖는다. 드레싱 공구 자체에 존재하는 치부의 플랭크 형상이 이미 수정되었으면, 요구되는 추가적인 회전 운동이 훨씬 더 작을 수 있기 때문에, 어떤 상황에서는, 유사하게 수정된 플랭크를 갖는 기어를 연삭하기 위한 연삭 워는 상당히 더 빨리 드레싱될 수 있다.
- [0054] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 형태를 도면을 참조하여 설명하는데, 도면은 예시를 위한 것이고 한정적인 것으로 해석되어서는 아니된다.

**도면의 간단한 설명**

- [0055] 도 1은 인볼류트 치부 플랭크와 수정된 워 플랭크 사이의 맞물림을 도시하는 도이다.
- 도 2는 연삭 워 플랭크 상의 접촉 궤도를 도시한다.
- 도 3은 미소 운동의 개략적인 변위/시간 선도를 나타낸다.
- 도 4는 도 3의 미소 운동의 개략적인 속도/시간 선도를 나타낸다.
- 도 5는 연속적인 생성 연삭을 위한 공작 기계의 구성을 개략적으로 나타낸다.
- 도 6은 회전 미소 운동을 발생시키기 위한 드레싱 장치의 개략적인 단면도이다.
- 도 7은 작업 스펀들 상에 클램핑되는 드레싱 장치의 일 실시예를 나타낸다.
- 도 8은 규칙적으로 분포되어 있는 작용 치부를 갖는 드레싱 공구의 제 1 실시예를 나타낸다.
- 도 9는 불규칙하게 분포되어 있는 작용 치부를 갖는 드레싱 공구의 제 2 실시예를 나타낸다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0056] 도 1은 생성(롤링) 중에 기어형 드레싱 공구의 개별적인 수정되지 않은 치부 플랭크(8)와 수정된 연삭 워 플랭크(6) 간의 맞물림을 워를 통한 축방향 단면으로 도시하는데, 워는 프로파일(깊이) 크라운닝(crowning)을 갖는 치부를 연삭하기 위해 드레싱된다. 예컨대 임의의 프로파일 형상을 가정하지만, 관계는 원칙적으로 어떤 다른 종류의 수정에 대해서도 동일하다. 드레싱 공구의 치부 플랭크(8)는 수정된 워 플랭크(6)와 맞물려 있는 다양한 롤링 위치(1, 2, 3, 4, 5)에서 나타나 있다. 비교를 위해, 대시선으로 나타나 있는 얇은 선은 수정되지 않은 워 플랭크(7)를 나타낸다. 마찬가지로 얇은 대시선인 선(9)은, 치부 플랭크(8)가 수정되지 않은 워와 일치하는 경우에 그 치부 플랭크가 차지하게 될 각각의 위치를 나타낸다. 따라서, 선(9)은 기어 법칙에 따른 치부 플랭크의 이론적으로 정확한 위치를 나타낸다. 과정을 더욱 명확하게 볼 수 있도록, 워 플랭크의 수정은 크게 강조된 형태로 나타나 있다. 워가 회전할 때, 워 플랭크(6)는 좌측에서 우측으로 움직이게 되며, 따라서 단일 치부를 갖는 맞물리는 드레싱 공구는 시계 방향으로 롤링 위치(1)에서 롤링 위치(5)로 회전하게 되며, 이 과정 중에 롤링각( $\phi_1, \phi_2, \phi_3, \phi_4, \phi_5$ )을 차지하게 된다.
- [0057] 본 실시예에서, 치부 플랭크(8)의 회전각은 롤링각( $\phi_1$ )에서의 맞물림 시작시에 회전각 편차( $\epsilon_1$ ) 만큼 상기 이론적으로 정확한 위치 보다 뒤처지게 된다. 이를 "트레일링(trailing)"이라고도 한다. 롤링이 진행됨에 따라 (롤링각( $\phi_2$ )에서의 제 2 위치에서), 이 트레일링은  $\epsilon_2$ 로 감소하고, 대략  $\phi_3$ 에서의 피치점(P)에서(정확한 위치는 워 플랭크에 대한 수정에 달려 있음) 트레일링은 완전히 사라지게 된다. 이어서,  $\phi_4$ 까지는 회전각 편차가 다시  $\epsilon_3$ 로 증가하게 되며, 맞물림이 끝날 때 롤링각( $\phi_5$ )에서 회전각 편차는 회전각 편차는  $\epsilon_4$ 로 증가하게 된다. 따라서, 이 트레일링 또는 보다 일반적으로는 롤링 경로를 따른 회전각 편차( $\epsilon$  값)의 진행은 고려 중인 변이 위치에서 워 플랭크에 대한 수정의 재현이다. 쉽게 알 수 있는 바와 같이, 이러한 종류의 롤링은 바로 다음에 있는 또는 선행하는 플랭크가 없는 경우에만 가능한데, 왜냐하면, 어떤 경우에 그러한 플랭크는 플랭크 접촉이 피치점(P) 주위의 영역에서 일어나는 것을 막을 것이기 때문이다.
- [0058] 도 1에서 알 수 있는 바와 같이, 드레싱 공구의 치부와 연삭 워 플랭크 사이에는 일반적으로 점 접촉만 있다. 따라서, 롤링 운동에 의해 드레싱 공구의 접촉 궤도가 워 플랭크(6) 상에 나타난다. 도 2는 이러한 접촉 궤도(21)의 일 부분을 도시한다. 접촉 궤도(21)는 플랭크를 가로질러 대략 2 나사 피치에 걸쳐 선단에서 끝까지 나선형으로 연장되어 있다. 도 2에는 제 1 나사산 피치가 나타나 있다. 이러한 나선형의 접촉 궤도(21)는 드레싱 공구의 치부의 기하학적 구조와는 거의 독립적이다.
- [0059] 도 3은 롤링각( $\phi$ )에 대한 드레싱 공구의 회전각 편차( $\epsilon$ )의 진행을 그래프로 나타낸 것이다. 상기 롤링각( $\phi_1 \sim \phi_5$ )도 마찬가지로 선도에 나타나 있다. 기본 속도( $n_g$ )가 일정하다고 가정하면, 시간 축(t)을 가로축으로 사용할 수 있다. 이 경우, 값( $\phi_1 \sim \phi_5$ )은 대응하는 롤링각이 채용되는 시점을 나타낸다. 순수하게 기하학적인 고려를 위해서는 롤링각( $\phi$ )에 대한 의존성이 더 적절하지만, 시간(t)이 운동학적 해석에 더 유리하다. 따라서 상기 선도는 드레싱 공구의 추가적인 회전 운동("미소 운동")의 진행을 도시하는데, 이 운동은 기본적인 회전 운동에 중첩된다.

- [0060] 상기 선도에서, 하나의 치부 피치를 완전히 생성하는데에 필요한 시간은  $t_z$  로 나타나 있다. 실선(10)은, 미소 운동 함수에 있어서 맞물림 기간에 대해 워플랭크 수정의 기하학적 구조에 의해 주어지는 부분을 나타낸다. 하나의 치부 피치를 완전히 생성하는데에 필요한 시간( $t_z$ )과 맞물림 기간을 서로 비교해 보면, 이 실시예에서 겹침도는 겨우 2 임을 알 수 있다. 점(P)에서만, 즉 피치점의 근방에서, 회전각 편차는 제로이며, 다른 모든 점에서는, 드레싱 공구의 회전각은 드레싱 공구가 수정되지 않은 워플로 생성 중에 차지하게 될 위치 보다 뒤처지게 된다.
- [0061]  $\phi_5$ 에서 고려되는 플랭크의 런아웃 후에, 생성을 위해 도착하는 다음 플랭크는  $\phi_1$ 에서 편차( $\varepsilon_1$ )를 가지고 다시 한번 정확하게 런인하도록 위치된다. 이를 위해, 도 3에서 대시선으로 도시되어 있는 천이 함수를 사용한다. 천이 함수(11)는, 각 경우에 작용 치부 사이에서 2개의 치부가 생략되어 있는 경우에 적합하다. 이와는 달리, 천이 함수(12)는 3개의 치부가 생략되어 있는 경우에 적합하다. 원리적으로,  $\phi_5$ 와  $\phi_1$ 사이에서의 천이 함수의 정확한 진행은 중요하지 않은데, 왜냐하면, 물론 치부 플랭크들이 서로 맞물리지 않기 때문이다. 그러나, 그것은 가속이 최소로 유지되도록 편리하게 규정될 것인데, 즉 전달 함수의 시간에 대한 2계 도함수(수학적으로  $d^2\varepsilon/dt^2$ 으로 표시됨)는 크기 면에서 가능한 한 작게 유지되어야 한다. 이를 위해, 선택된 천이 함수는 항상 미분 가능해야 한다. 3개의 치부가 생략되어 있는 경우, 천이 함수는 대략 2 치부 피치를 커버하고, 그러므로 그의 진행은 본래 다소 더 완만하게 될 수 있다.
- [0062] 도 4는 "미소 운동 함수"의 속도 프로파일을 나타내는데, 이는 도 3의 경로 프로파일을 시간(t)에 대해 미분하면 얻어진다. 실선(13)은 생성 영역에서의 속도 프로파일을 나타내고, 대시선(14, 15)은 2 또는 3개의 치부가 생략되어 있는 경우에 대해 2개의 천이 함수를 각각 나타낸다.
- [0063] 롤링 운동의 기본 회전을 또한 고려하면, 이 함수는 기본 회전의 각속도( $\omega_g$ ) 만큼 위쪽으로 변위되며, 이 각속도는 워플의 각속도( $\omega_s$ ), 워플 나사산의 수(g), 드레싱 기어에 대한 치부의 설계 수(z), 및 변이 속도( $v_y$ )로부터 얻어진다. 그러나, 중첩된 미소 운동만 고려되는 경우에는,  $\omega = 0$ 에서 t 축은 세로축과 교차하게 된다.
- [0064] 위에서 이미 언급한 각각의 천이 함수는, 다음 플랭크가  $\phi_1$ 에서 생성 영역에 진입할 때의 속도가 미소 운동을 위해 여기서 요구되는 기하학적 발생 각속도와 일치하도록 정해진다.
- [0065] 도 3 및 4에서 알 수 있는 바와 같이, 미소 운동의 경로 및 속도에 대해 대략 주기적인 프로파일이 얻어지는데, 본 실시예에서 그 프로파일은 사인 함수와 비슷하다. 한 주기에 대한 미소 운동의 속도의 시간 평균(또한 그래서 전체 드레싱 작업에 대한 시간 평균)은 사실상 제로이다. 물론, 연삭 워플랭크에 대해 다른 종류의 수정이 있으면, 다소 다른 프로파일이 얻어지게 되는데, 하지만 함수의 기본적인 특성은 항상 대략 동일하다. 여기서, 미소 운동의 기본적인 주파수는 드레싱 공구에서 생략되어 있는 치부의 수에 달려 있는데, 각 세번째의 치부가 존재하는 경우, 기본 주파수는 치부 주파수( $f_z = 1/t_z$ )의 1/3 이고, 네번째 마다의 치부만 존재하는 경우에는 기본 주파수는  $f_z$ 의 1/4 이다. 여기서, 수치적으로 다음이 치부 주파수(Hz)에 적용되는데,  $f_z [\text{Hz}] = n_s [\text{rpm}] \times g/60$  이고, 여기서  $n_s$ 는 연삭 워플의 속도[rpm]를 나타내고 g는 워플 나사산의 수를 나타낸다.
- [0066] 기본 회전 운동 및 중첩되는 미소 운동은 공통의 구동 유닛 또는 각각의 개별적인 구동 유닛에 의해 이루어질 수 있다. 이는 아래에서 도 5 - 7을 참조하여 더 상세히 설명할 것이다.
- [0067] 예컨대, 도 5는 위에서 설명한 방법을 수행하기 위해 특별히 설계된 생성 연삭 기계를 나타낸다.
- [0068] 상기 기계는 수평 방향(X 방향)으로 움직일 수 있는 공구 캐리어(32)와 함께 기계 베드(31)를 갖는다. 이 공구 캐리어(32)에는, 수직 방향(Z 방향)으로 움직일 수 있는 슬라이더가 더 장착될 수 있는데, Y 방향으로 움직일 수 있는 변이 슬라이드(36)를 갖는 연삭 헤드(33) 및 그에 회전가능하게 장착되는 연삭 워플(34)이 장착된다. 연삭 워플(34)은 전기 구동 모터(35)에 의해 회전 구동된다. 변이 슬라이드(36)에 의해, 연삭 워플(34)은 작업 중에 그 슬라이드의 축선을 따라 변이될 수 있다. 이를 위해, 변이 슬라이드는 전기 모터 변이 구동기(37)를 갖는다. 연삭 헤드(33)는 X 방향에 평행한 축선 둘레로 공구 캐리어(32)에 대해 선회될 수 있다. 여기서, X-Y-Z 좌표계는 직교하지 않는데, Y 축이 Z 축에 수직이 아니고 경사각(개별적으로 조절가능함)으로 Z 축에 대해 기울어져 있기 때문이다. 하지만, 직교 좌표계를 갖는 생성 연삭 기계도 사용될 수 있다.
- [0069] 터릿(turret) 형태의 작업 캐리어(38)가 기계 베드(31) 상에 장착되어 있다. 그 작업 캐리어는 2개의 전기 모

터 피동 작업 스핀들(39, 40)을 지니고 있으며, 고려 중인 실시예에서는 상기 작업 스핀들 각각에는 평기어 축 형태의 작업물(41) 하나가 기계 가공을 위해 클램핑되어 있다. 고려 중인 실시예에서, 작업 스핀들(40)은 기계 가공 위치에 있고, 이 위치에서 관련 작업물이 연삭 워(34)에 의해 기계 가공될 수 있다. 다른 작업 스핀들(39)은 로딩 및 언로딩 위치에 있는데, 이 위치에서는, 완전히 기계 가공된 작업물이 제거되고 또한 기계 가공될 새로운 작업물이 클램핑될 수 있다. 드레싱 유닛(42)이 작업 스핀들에 대해 오프셋 각도(여기서는 90°)로 작업 캐리어(38) 상에 배치되어 있다. 연삭 워(34)을 드레싱하기 위해 작업 캐리어(38)를 회전시키면 드레싱 유닛은 기계 가공 위치로 가게 된다.

[0070] 드레싱 유닛(42)은 2개의 구동기, 즉 기본 구동기(43)(도 5에서는 부분적으로만 보임)와 추가 구동기(44)를 포함하며, 이 추가 구동기는 기본 구동기(43)에 의해 발생하는 기본 회전 운동에 빠른 추가적인 회전 운동(미소 운동)을 중첩하기 위해 기본 구동기(43)의 스핀들에 장착된다. 기어형 드레싱 공구(90)가 추가 구동기(44)의 스핀들에 클램핑되어 있다.

[0071] 생성 연삭 기계의 다양한 구동기는 NC 제어 유닛(45)에 의해 제어된다. CNC 작동 유닛(46)을 사용하여 NC 제어 유닛을 작동시킬 수 있다. 고려 중인 실시예에서는, NC 제어 유닛(45)의 단지 4개의 NC 모듈이 나타나 있다. 처음 2개의 모듈은 드레싱 유닛(42)의 기본 구동기(43)와 추가 구동기(44)를 제어한다. 다른 두 모듈은 연삭 워(34) 및 변이 구동기(37)의 구동 모터(35)를 제어하여 변이 슬라이드(36)를 움직인다. 나타나 있지 않은 추가 NC 모듈을 사용하여 추가 구동기를 제어한다. 공급 라인(47)은 NC 모듈은 다양한 구동기에 연결한다. NC 제어 유닛(45)은 구동기를 제어하기 위한 소프트웨어를 실행시킨다.

[0072] 드레싱 중에, 기본 구동기(43)는 드레싱 과정을 결정하는 파라미터(예컨대, 연삭 워의 속도( $n_s$ ), 워 나사산의 수( $g$ ), 드레싱 공구의 설계 치부 수( $z$ ), 및 변이 속도( $v_y$ ))에 따라 드레싱 공구(90)에 대한 기본 속도를 발생시킨다. 추가 구동기(44)는 소프트웨어의 제어 하에서 이 기본 속도에 빠른 추가 회전을 중첩한다.

[0073] 기본 구동기(43)와 추가 구동기(44)의 가능한 실시 형태가 도 6에 축방향 단면으로 나타나 있다. 기본 구동기(43)는 공지된 방식으로 구성되며, 하우징(51), 주 스핀들(52), 스핀들 베어링(53) 및 구동 모터(54)를 포함한다. 회전각 측정 시스템이 상측 스핀들 단부(55) 가까이 배치되어 있는데, 그 측정 시스템은 측정 디스크(56)와 판독 헤드(57)를 갖는다. 추가 구동기(44)는 상측 스핀들 단부(55)에 장착되어 있다. 이 구동기는 고정 NC 축선을 위한 모든 필요한 요소, 즉 하우징(61), 스핀들(62)(여기서는 환형임), 구동 모터(63)(마찬가지로 여기서는 환형임), 및 측정 디스크(64)와 판독 헤드(65)를 갖는 측정 시스템을 포함한다. 모터(63)(주 스핀들과 함께 회전함) 및 측정 시스템의 판독 헤드(65)에 전력을 공급하기 위해, 고정자(71)와 회전자(72)를 갖는 회전 피드-쓰루(feed-through)(70)가 제공되며, 이는 주 스핀들의 하단부에 위치된다. NC 제어 유닛에 이어져 있는 공급 라인이 회전 피드-쓰루(72)의 고정자(71)에 연결되어 있다. 슬립 링을 통해 또는 유도적으로(고정자(71)와 회전자(72)에 있는 2개의 동심 코일을 이용하여) 또한 선택적으로는 광학적으로 에너지와 데이터가 고정자(71)와 회전자(72) 사이에 전달된다. 전력 케이블(73) 및 측정 라인(74)을 통해 전류가 회전자(72)로부터 주 스핀들(52)을 통과해 추가 구동기(44)에 전달된다.

[0074] 도 7은 특히 본원에서 설명하는 신규한 드레싱 방법을 위해 기계적으로 준비되어 있지 않은 생성 연삭 기계의 작업 스핀들에 클램핑되기에 적합한 드레싱 장치의 일 예를 나타낸다. 이 드레싱 장치는 작업 스핀들의 기본 회전 운동에 추가로 빠른 회전 운동을 발생시키기 위해, 작업 스핀들을 위한 추가 구동기를 이용가능하게 해준다. 드레싱을 위해, 드레싱 장치(80)는 클램핑 보어(81)의 도움으로 작업 스핀들 상에 중심 맞추어져 클램핑된다. 전력 공급 및 NC 제어기와 데이터 교환 모두는, 전류 공급 및 측정 데이터를 위한 연결 케이블(82)(개략적으로만 나타나 있음)과 회전 피드 쓰루(83)를 통해 일어난다. 상기 장치는 상기한 종류의 추가 구동기 및 측정 시스템을 포함한다. 드레싱 공구(90)는 드레싱 장치에 클램핑된다. 예컨대, 사용 수명이 다 되었거나 다른 치부 데이터를 갖는 작업물로 전환하고자 할 때, 상기 드레싱 공구를 쉽게 교환할 수 있다.

[0075] 도 6에 나타나 있는 변형예와는 달리, 도 7의 드레싱 장치는, 주로 일부 다른 드레싱 방법을 위해 기계적으로 구성되어 있어 별도의 드레싱 스핀들 또는 작업 스핀들 상의 회전 피드 쓰루를 갖지 않는 기계에도 사용될 수 있다.

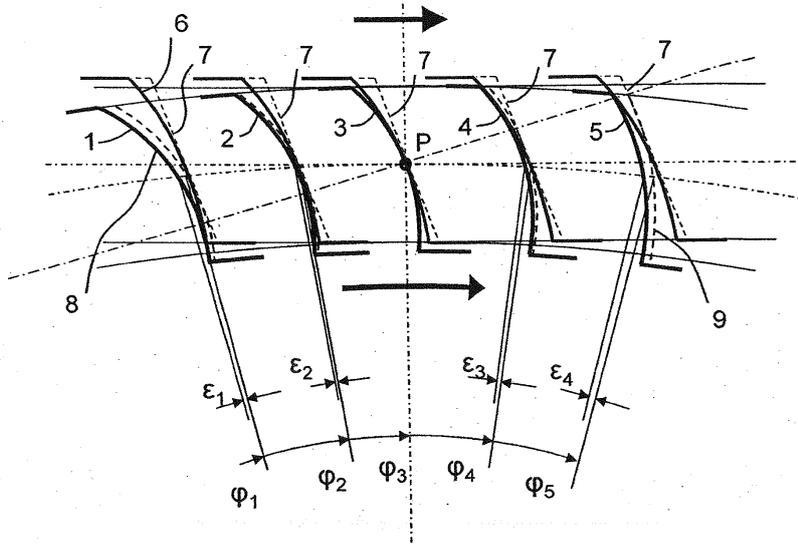
[0076] 도 8은 본 발명에 따른 드레싱 공구(90)의 일 실시예를 나타내는데, 이 드레싱 공구에서는 각 경우 2개의 치부가 임의의 두 나머지 치부(91) 사이에서 생략되어 있다. 나머지 치부는 경질 재료 입자(예컨대, 다이아몬드 입자) 층으로 코팅되어 있는데, 더욱이, 그의 치부 두께는 다소 감소되어 있어, 드레싱 중에 2개의 플랭크가 연삭 워 플랭크와 접촉할 가능성이 없게 된다. 치부 플랭크 외에도, 연삭 워의 외경을 선삭하기 위한 치부 끝밀 및

웜 나사산의 골밀을 플런지 절삭하기 위한 치부 선단(93)에 있는 부분(92)이 경질 재료 입자로 코팅되어 있다.

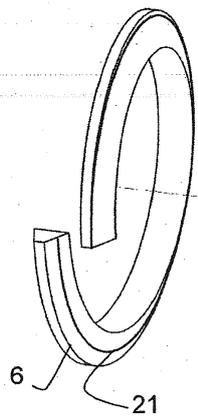
- [0077] 이 실시예는 치부가 곧은 드레싱 공구를 나타내는데, 하지만, 2개의 플랭크가 웜 플랭크와 동시에 접촉하지 않는다는 조건이 만족된다면 상기 드레싱 공구는 좌향 또는 우향 경사를 가지면서 나선형으로 될 수도 있다.
- [0078] 상기 방법의 설명에서, 드레싱 공구에 대해 수정되지 않은 인볼류트 기어를 가정하였다. 하지만, 이는 필요한 조건은 아니고, 다른 식으로 크라운닝되어 있거나 수정되어 있는 드레싱 공구의 치부도 유효하다.
- [0079] 도 8의 드레싱 공구는, 부분적인 작업이 없이는, 나사산의 수가 3으로 나누어질 수 있는 연삭 웜을 드레싱할 수 없다. 이러한 경우를 위해, 각 경우 3개의 치부가 생략되어 있거나 작용 치부가 원주에 걸쳐 불규칙하게 분포되어 있는 공구가 필요하다. 따라서, 예컨대 2개, 3개, 다시 2개 등의 치부가 생략될 수 있다. 미소 운동을 제어하기 위한 소프트웨어는 불규칙한 피치(pitch)에 맞게 되어 있다. 특히, 다른 천이 함수는 소프트웨어 면에서 공구의 회전 위치와 정확하게 관련되어야 한다. 많은 수의 그러한 불규칙한 피치도 생각할 수 있고, 각 경우 특정한 분포 패턴이 드레싱될 나사산의 수에 어떻게 잘 적합한지를 확인해야 한다. 기본적으로, 설계 치부 수( $z$ ) 중 작용 치부의 비율이 높을수록, 드레싱 과정은 더 효율적으로 된다.
- [0080] 도 9는 작용 치부가 불균일하게 분포되어 있는 드레싱 공구(90')의 일 실시예를 나타낸다. 영역(94)에서 2개의 치부가 생략되어 있고, 영역(95)에서는 3개의 치부가 생략되어 있으며, 다시 2개의 치부가 생략되어 있다. 그러므로 기본 피치는 7 치부가 되는데, 그러므로 이 버전은 7-, 14-, 21- ... 나사산 연삭 웜에는 적합하지 않다. 본 실시예에서 작용 치부의 위치에 대한 패턴이 원주에 걸쳐 규칙적으로 분포될 수 있도록 하기 위해서는, 설계 치부 수( $z$ )는 7로 나누어질 수 있어야 한다.
- [0081] 상기 방법 및 드레싱 공구에 대한 상기 설명에서, 드레싱 공구의 치부는 인볼류트 치부인 것으로 가정하고 있다. 이의 주된 이유는, 이러한 종류의 치부가 기계 산업에서 가장 널리 가장 많이 사용되고 있고 또한 이 경우에 관계가 특히 잘 주어질 수 있고 특히 명확하기 때문이다. 그러나, 원리적으로, 상기 방법은 연삭 웜이 연속적인 생성 연삭을 위해, 다시 말해 생성법에 의해 기계 가공될 수 있는 어떤 다른 치부를 위해서도 드레싱되는 모든 경우에 사용될 수 있다.
- [0082] 위에서 이미 언급한 바와 같이, 예컨대 인볼류트 치부를 갖는 드레싱 공구의 경우에는, 그의 치부 플랭크가 순수한 인볼류트일 필요는 없는데, 즉 완전히 수정되지 않을 필요는 없다. 오늘날 연삭되는 대부분의 치부 세트는 일반적으로 약간의 프로파일 크라운닝을 가지므로, 드레싱 공구에 그러한 수정을 가하는 것이 마찬가지로 편리할 수 있다. 그러면 실제로, 크라운닝된 치부를 연삭하기 위해 제공된 연삭 웜의 드레싱 중에 일어나는 드레싱 공구의 미소 운동이 전체적으로 더 작게 된다. 이리하여, 드레싱 장치에 있는 구동기에 따라 더 높은 드레싱 속도가 얻어질 수 있다. 이러한 수정된 드레싱 공구가 사용되는 경우, 드레싱 치부의 실제 형상이 소프트웨어에 의해 적절한 방식으로 고려된다. 이는 이론적인 치부 플랭크 형상에 대한 차이가 아니라, 연삭 웜 플랭크에 대한 요구되는 수정을 하기 위한 미소 운동을 계산함에 있어 고려되어야 하는 수정된 치부 플랭크에 대한 차이이다.
- [0083] 드레싱 공구의 추가 회전 운동이 각 경우 전술한 실시예로 발생되지만, 대안적으로 또는 추가적으로, 연삭 웜의 추가 회전 운동을 발생시키는 것도 가능하다. 이는 연삭 웜 구동기의 대응하는 제어로 이루어질 수 있고, 또는 드레싱 공구와 관련하여 전술한 추가 구동기와 유사하게 추가 구동기를 이러한 목적으로 제공할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 선형적인 추가 운동이 변이 운동 및/또는 X 방향 운동에 중첩될 수 있다. 이는 변이 슬라이드 또는 X 축을 위한 구동기의 적절한 제어로 달성될 수 있고, 또는 연삭 웜 또는 드레싱 공구의 작은 빠른 축방향 운동을 높은 정확도로 발생시킬 수 있는 대응하는 추가 구동기가 이러한 목적으로 제공될 수 있다.

도면

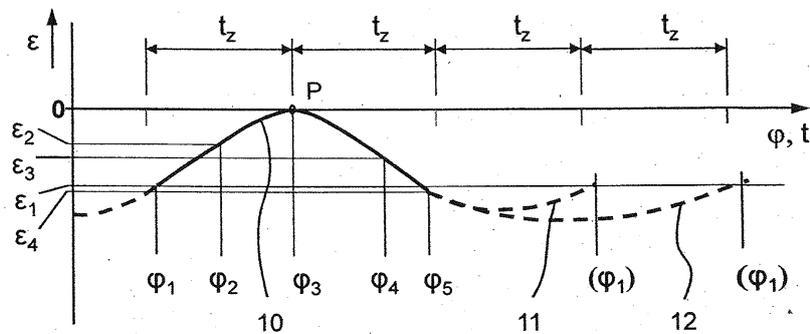
도면1



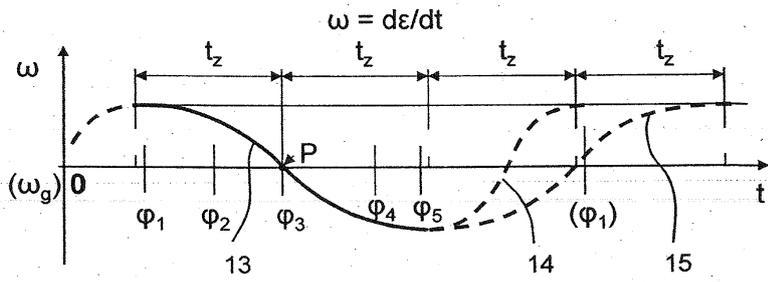
도면2



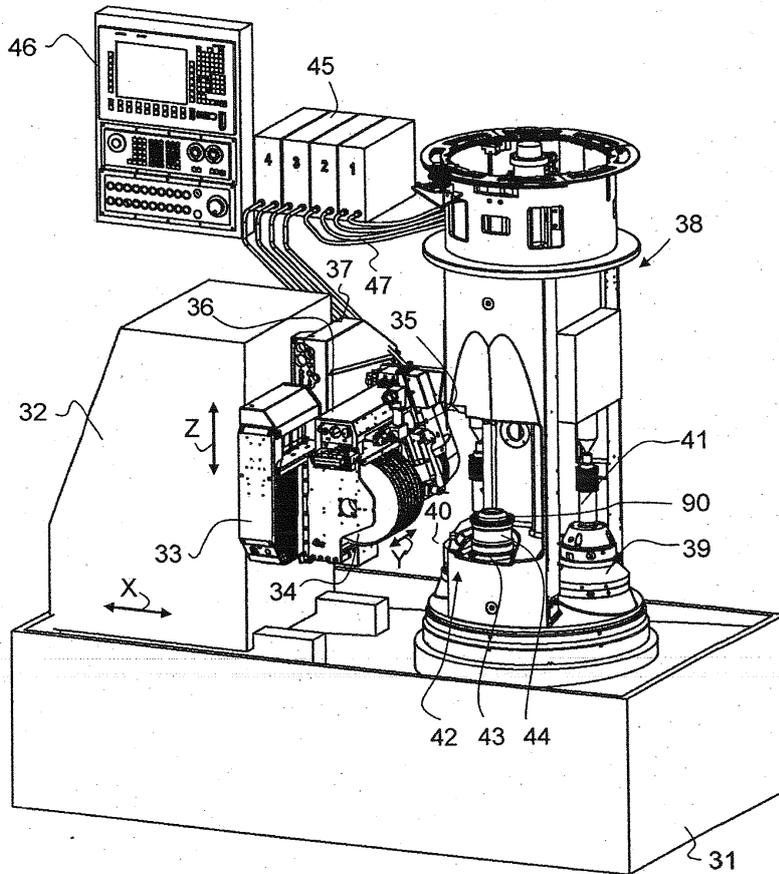
도면3



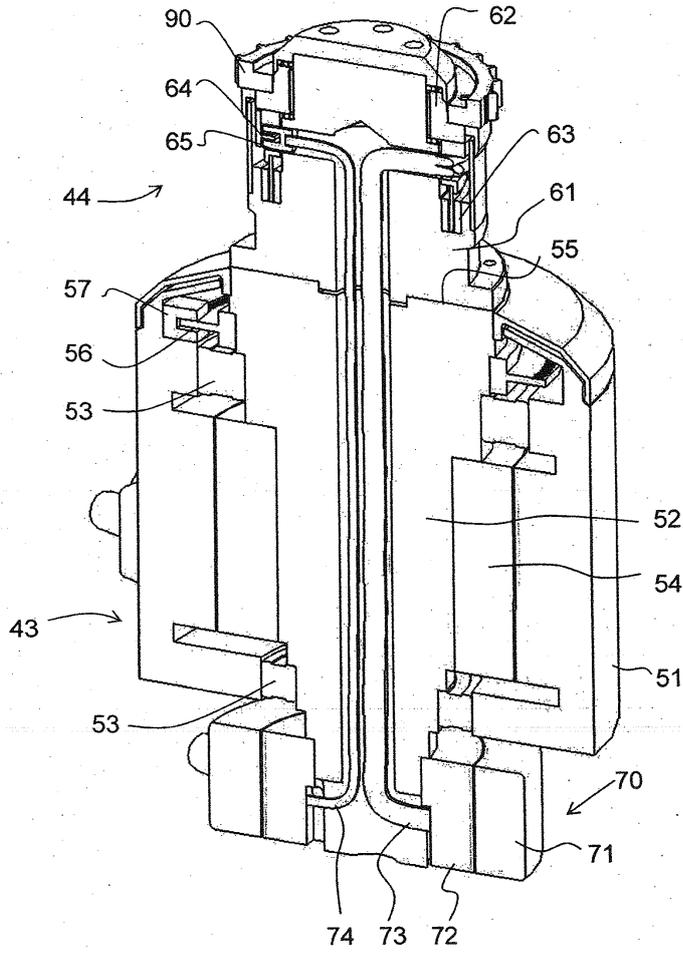
도면4



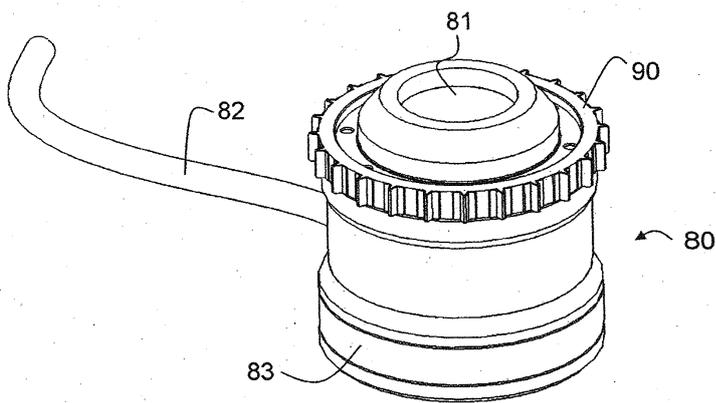
도면5



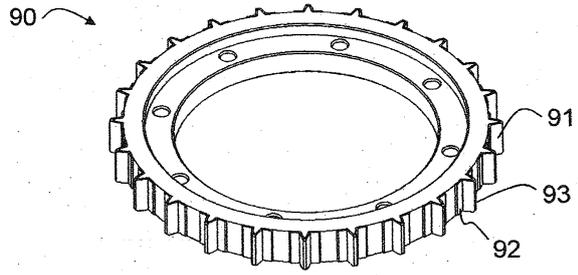
도면6



도면7



도면8



도면9

