



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0129780
(43) 공개일자 2017년11월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23F 1/02 (2006.01) *B23F 23/00* (2006.01)
B23Q 15/22 (2006.01) *G05B 19/404* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
B23F 1/023 (2013.01)
B23F 23/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-7026935
- (22) 출원일자(국제) 2016년03월23일
 심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2017년09월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/EP2016/056310
- (87) 국제공개번호 WO 2016/150986
 국제공개일자 2016년09월29일
- (30) 우선권주장
 102015104289.4 2015년03월23일 독일(DE)

- (71) 출원인
 클린게인베르크 아게
 스위스, 8050 취리히, 빈즈뮐레스트라쎄 171
- (72) 발명자
 웨버 위르겐
 독일, 후커스바근 42499, 웨스트스트라쎄 3
 리백 칼-마르틴
 독일, 램사이트 42897, 하이데스트라쎄 17
 블래스버그 허버트
 독일, 후커스바근 42499, 린덴버그스트라쎄 30
- (74) 대리인
 김윤배, 김호석, 이상목, 김양오

전체 청구항 수 : 총 9 항

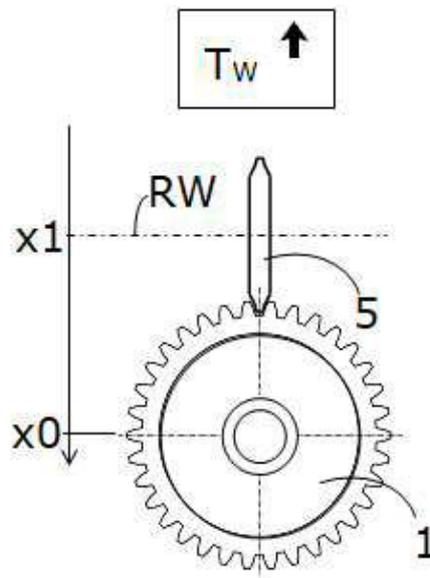
(54) 발명의 명칭 **기어 가공 기계 장치의 작동 방법**

(57) 요약

기어 가공 기계 장치 작동 방법은:

- 제1 작업물은 가공으로 인해 가열이 되는 기계 장치에서 제1 작업물의 가공을 수행하는 단계,
- 기계 장치의 측정 장치는 측정을 위해 사용되는 가열된 상태에서, 제1 작업물 상에 적어도 하나의 특성 작업물 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3a



변수를 측정하는 단계,

- 상기 기준 작업물의 특성 작업물 변수는 정상 상태 온도에 도달한 후 기계 장치에서 측정되고, 적어도 하나의 보상 값은 보상 측정 범위에서 측정되는 적어도 하나의 제1 작업물의 특성 작업물 변수 및 적어도 하나의 기준 작업물의 특성 작업물 변수를 기초로 보상 측정을 수행하는 단계,
- 적어도 하나의 보상 값을 고려하여 기계 장치 셋팅 값을 적용하는 단계,
- 기계 장치에서 제2 가공물의 가공을 수행하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

B23Q 15/22 (2013.01)

G05B 19/404 (2013.01)

G05B 2219/49207 (2013.01)

G05B 2219/50282 (2013.01)

G05B 2219/50307 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기어 가공 기계 장치(100)의 작동을 위한 방법은:

- 제1 작업물(1)은 가공으로 인해 가열이 되는 기계 장치(100)에서 제1 작업물(1)의 가공을 수행하는 단계,
- 기계 장치(100)의 측정 장치(50)는 측정을 위해 사용되는 가열된 상태에서, 제1 작업물(1) 상에 적어도 하나의 특성 작업물 변수(W.1)를 측정하는 단계,
- 상기 기준 작업물(R)의 특성 작업물 변수(W.R)는 정상 상태 온도(T_{VB})에 도달한 후 기계 장치(100)에서 측정되고, 적어도 하나의 보상 값은 보상 측정 범위에서 측정되는 적어도 하나의 제1 작업물(1)의 특성 작업물 변수(W.1) 및 적어도 하나의 기준 작업물(R)의 특성 작업물 변수(W.R)를 기초로 보상 측정을 수행하는 단계,
- 적어도 하나의 보상 값을 고려하여 기계 장치 셋팅 값을 적용하는 단계,
- 기계 장치(100)에서 추가 가공물(n)의 가공을 수행하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

기준 작업물(R)은 기계 장치(100)에서 중지 시간(Δt) 전에 가공된 작업물 중 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

제1 작업물(1)의 가공 및 적어도 하나의 특성 작업물 변수(W.1)의 측정을 수행하는 단계가 중지 시간(Δt) 후 즉시 기계 장치(100)에서 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

정상 상태 온도(T_{VB})는 기계 장치(100) 또는 연속 작업 기계 장치(100)의 온도인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

특성 작업물 변수(W.1, W.2, W.R)의 측정은 측정 장치(50)의 측정 프로브 센서(51)에 의해 수행되며, 상기 측정 장치(50)는 기계 장치(100)의 일부이고, 상기 상응하는 작업물(1, 2, R)은 상기 특성 작업물 변수(W.1, W.2, W.R)를 측정하는 동안 다시 척 물림 되지 않는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

중지 시간(Δt)은

- 폐쇄로 인한 기계 장치(100)의 정지,
- 유지보수 또는 수리로 인한 기계 장치(100)의 정지,
- 재정비로 인한 기계 장치(100)의 정지와 같은 원인들 중 하나에서 발생하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,
중지 시간(Δt)은 적어도 15분간 지속되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
기계 장치(100)에 대해 또는 기계 장치(100)에서 측정된 온도는 연속 작업에서 기계 장치(100)에 대해 또는 기계 장치(100)에 발생하는 정상 상태 온도(T_{th}) 보다 10% 정도 더 낮거나 그 이상일 경우, 기계 장치(100)의 중지는 중지 시간(Δt)으로 계산하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,
제1 작업물(1)의 가공을 수행하기 전에,
- 상기 다른 작업물(0)이 가공되는 동안 가열 되는 상기 기계 장치(100)에서 상기 다른 작업물(0)의 가공을 수행하는 단계,
- 상기 다른 작업물(0)이 목표 값에 상응하는지를 측정하기 위해 냉각된 상태의 상기 다른 작업물(0)의 하나 이상인 특성 변수를 측정하는 단계가 또 다른 작업물(0)에 대해 수행되는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 주제는 기어 가공 기계 장치(a gear-processing machine)의 작동 방법이다. 특히, 이는 기어 가공 기계 장치에서 온도 보상(temperature compensation) 방법에 관련된 것이다.

배경 기술

[0002] 기어 휠(gearwheels)의 칩 제거 공정(the chip removing processing)에는 다양한 방법이 있다. 대응하게 설계된 기계 장치들은 여기에 기어 가공 기계 장치로 지칭된다.

[0003] 기어 가공 기계 장치의 온도는 기계 장치에서 다양한 과정 때문에 시간에 따라 증가하는 것이 알려져 있다. 기계 장치의 연속적인 작동에서, 이는 소위 정상 상태 온도(a so-called steady-state temperature)에 도달한다. 정상 상태 온도는 열적으로 정적인 상태(a thermally stationary state)를 야기한다. 이 상태에서, 기계 장치의 온도는 열적으로 안정된다. 열 흐름의 안정(a stabilization of the heat flows)은 따라서 시간에 따라 일어나고, 이는 정적인 상태를 야기한다.

[0004] 부정확도(inaccuracies)는 열적 팽창 과정 때문에 가공 공정(a machining process)에서 일어날 수 있다는 것도 또한 알려져 있다. 이는, 그 중에서도, 기계 장치의 상당히 다양한 구성 요소(the greatly varying elements)가 증가하는 온도에 따른 열적 팽창을 경험하기 때문이다. 대응하는 열적 수축은 냉각되면서 일어난다. 한편, 개별 기계 장치 구성 요소의 치수(the dimensions)는 기계 장치의 증가하는 온도에 따라 변화한다. 다수의 구성 요소들이 기계 장치에서 서로에게 연결되어 있기 때문에, 장력(tensions)(그리고 뒤틀림(warping))은, 기계 장치의 다른 팽창 계수 때문에 일어날 수 있고, 이는 비선형 팽창 작용(nonlinear expansion behavior)에서 나타나고, 이는 정확하게 계산될 수 없다.

[0005] 기계 장치의 열적 작용은 열원(heat sources) 및 히트 싱크(heatsinks)의 효과에 의해 영향을 받는다. 구별성(a differentiation)은 내부 및 외부 영향(internal and external influences) 사이에 열적 효과의 경우에 생긴다. 예를 들어, 모터의 발열은 내부 영향으로 고려된다. 추가 내부 영향은, 역학적 에너지(mechanical energy)가 여기에 열로 변환되기 때문에, 작업물(a workpiece)을 가진 공구(a tool)의 절단 상호작용(the cutting interaction)으로부터 야기된다. 외부 영향은, 예를 들어, 기계 장치 공장(a machine shop)에서 주위 온도(the ambient temperature)이다.

[0006] 예를 들어 기계 장치 스탠드(a machine stand)에 한 측면에 연결된 캔틸레버(a cantilever)의 길이가, 예를 들어, 증가하는 온도에 따라 증가한다는 것은 즉각적으로 명백하다. 이와 같은 캔틸레버는 세로 방향(the

longitudinal direction)에서 선형 팽창(a linear expansion)을 경험한다. 예를 들어, 스피들 베어링(a spindle bearing)과 같은, 복잡한 기계 장치의 구성 요소 및 더 복잡한 기하학적 구조(more complex geometries)의 경우, 관계가 상당히 더 복잡하다.

[0007] 칩 생산 기계 장치의 작동 정확도(the operating accuracy)는 실질적으로 공구와 작업물 사이 3차원 공간에서 움직임이 얼마나 정확하게 실행될 수 있는 지에 종속된다. 마지막으로, 작업물에 대한 공구의 움직임 동안에 상대 편차(relative deviations)는 모든 온도 관련 효과(temperature-related effects) 때문에 야기된다. 이 상대 편차는 작업물에 편차를 야기한다.

[0008] 생산성 및 정확도는 기계 장치 공구의 중요한 측면이다. 기계 장치의 열적 정확도는 제조 정밀도(manufacturing precision)의 문제에서 강하게 증가된 요구를 고려하여 점점 더 많은 중요성을 얻고 있다. 특히 작은 제조 배치(small manufacturing batches)와 그 때문에 그리고 그러므로 변화하는 기계 장치 작업(tasks)의 경우, 열적으로 안정된 상태가 달성될 수 없다. 지속적인 이용상태에 있는 기계 장치의 경우, 정확도는 중지(an interruption) 후 위에 모든 것 이상의 중요성을 얻는다. 또한, 한 사람은 기계 장치가 다시 어느 정도 정상 상태 온도에 도달하기 까지 중지 후에 일반적으로 일어나는 폐기물(the discards)를 줄이기를 희망한다. 따라서, 정확도에 추가로, 이는 또한 비용 효율성(cost-effectiveness)의 문제에 관련되어 있다.

발명의 내용

발명의 효과

[0009] 한 일반적인 접근은 기계 장치와 주변을 일정한 온도 수준으로 유지하는 것이다. 기계 장치의 변형(the deformation)은 일정한 온도 유지를 통해 피할 수 있다. 이 목적으로, 한편 기계 장치 공장은 온도 통제(climate-controlled)되어야 하고, 다른 한편으로는, 기계 장치는 지속적으로 작동되어야 한다. 비용 및 에너지에서 소모(the expenditure)는 대응하여 높다.

[0010] 또 다른 접근은 통합 센서(integrated sensors)를 통해 기계 장치의 변형을 감시하는 것이다. 수학적 모델에 기반하여, 센서의 데이터가 추가로 처리될 때, 기초(the foundation)가 작업물에 발생하는 결함의 대략적인 예측을 위해 형성될 수 있다. 이러한 결함이 알려지면, 기계 장치는 그에 따라서 적응하고 결함을 보완할 수 있다. 소모는 또한 여기서 높다. 또한, 높은 정확도 요구 사항(high accuracy requirements)을 충족하는 기술적 접근은 지금까지 없었다.

[0011] 위에 서술(the above statements)을 고려하여, 아래의 목적(the following object)이 야기된다. 이는 기계 장치의 온도 관련 변화(temperature-related changes)를 보완하는 것을 가능하게 하는 접근을 찾는 것과 관련된다. 무엇보다도, 이는 중지 후에 즉시 기계 장치에서 가공 과정(a machining process)의 정확도를 개선하는 것과 관련된다. 바람직하게는 15분 보다 긴 휴지(a pause)는 중지로 지칭된다.

[0012] 본 발명에 따라, 방법이 제공되고, 특징은 제1항으로부터 추론될 수 있다.

[0013] 추가로 바람직한 실시예는 각 종속항으로부터 추론될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0014] 본 발명의 추가 세부사항 및 이점은 지금부터 예시적인 실시예에 기초하는 도면들을 참조하여 기술될 것이다.

도 1은 본 발명에 따른 방법이 사용될 수 있는 기어 가공 기계 장치의 정면 개략도이다.

도 2a는 작업물이 도시된 순간에 가공되고 있을 때, 본 발명에 따른 방법이 사용될 수 있는 측정 장치(measuring device)를 가지는 예시적인 기어 가공 기계 장치의 한 부분의 투시도이다.

도 2b는 기계 장치의 측정 장치가 도시된 순간에 사용되고 있을 때(이는 여기서 측정 프로브 센서(a measuring probe)를 가지는 구조에 관련되고, 이는 측정 전에 참조된다), 도 2a의 기어 가공 기계 장치의 한 부분의 투시도이다.

도 3a는 작업물이 도시된 순간에 공구를 사용하여 가공될 때, 측정 장치를 가지는 예시적인 기어 가공 기계 장치의 공구 및 작업물의 상평면도이다.

도 3b는 공구가 도시된 순간에 작업물에 대하여 멀어질 때, 도 3a의 작업물에 공구의 상평면도이다.

도 3c는 기계 장치의 측정 장치가 도시된 순간에 사용되고 있을 때, 도 3a의 공구 및 작업물의 상평면도이다.

도 3d는 작업물이 도시된 순간에 제2 공구를 사용하여 가공될 때, 공구 및 제2 작업물의 상평면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 용어들은 본 발명과 함께 사용되고, 이는 또한 관련 특허 공보 및 특허에 사용된다. 그러나, 이러한 용어들의 사용은 단지 더 나은 이해를 위해 제공된다는 것이 인지되어야 한다. 창의적인 개념(the inventive concept) 및 특허 청구항의 보호 범위는 용어의 특정 선택에 의한 해석에 제한되어서는 안된다. 발명은 다른 용어 체계 및/또는 기술 분야에 쉽게 옮겨질 수 있다. 용어들은 다른 기술 분야에 따라 적용되도록 한다.
- [0016] 도 1은 본 발명에 따라 설비된 (기어 휠) 기계 장치(100)의 개략도를 나타낸다. 기계 장치(100)는 기어 가공 기계 장치이다. 기어 휠(대응하는 블랭크(4, blanks)는 작업물 공급부(10, a workpiece supply)의 영역에 오른쪽에 도시되어 있다)이 가공되는 실제 가공 공간은 패널(11, the panel) 뒤에 위치되고, 이는 예를 들어 관찰창(12, viewing windows)과 함께 제공될 수 있다. (CNC) 제어장치(41, (CNC) controller)는 같은 기계 장치(100)의 하우징(the housing)이나 분리 하우징(40, a separate housing)에 수용될 수 있다.
- [0017] 기계 장치(100)는 특히 기어 휠의 이뿌리면(the tooth flanks of gearwheels)의 절단 가공(예를 들어 연삭 가공(grinding)이나 밀링 가공(milling))을 위해 설계되어 있다. 이것은 주로 여기에 기어 휠의 대량 생산에 관련되기 때문에, 참조는 이후의 내용에서 제1 작업물(1a first workpiece), 제2 작업물(a second workpiece)(2), 그리고 제3 작업물(3, a second workpiece)에 대해 이루어질 것이다. 숫자(numerals)는 시간 순서(a chronological sequence)를 명시하기 위해 사용된다. 제1 작업물(1)은 시간 순서에서 제2 및 각각의 추가 작업물(further workpiece) 전에 가공된다. 제2 작업물(2)은 제2 작업물 후에 그리고 제3 작업물 전에 가공된다. 제2 작업물(2)은 제1 작업물(1) 바로 다음에 가공되어야 하는 것은 아니며 제3 작업물(3)은 제2 작업물(2) 바로 다음에 가공되어야 하는 것이 아님을 본 발명과 함께 인지하는 것은 중요하다.
- [0018] 기계 장치(100)의 작동 범위의 예시적인 세부 사항은 도 2a 및 도 2b에 도시되어 있다. 도시된 예는 웜 연삭 휠(a worm grinding wheel)을 공구(5)로서 포함하고 평 기어(spur gears)의 롤러 연삭(the roller grinding)을 위해 설계된 기계 장치(100)이다. 본 발명은 또한 다른 기계 장치에서(예를 들어, 연삭 베벨 기어(grinding bevel gears)를 위한 기계 장치에서) 사용될 수 있다. 공구(5)의 회전식 드라이브(the rotary drive)(스핀들 드라이브(spindle drive))는 참조 부호 6에 의해 식별된다. 공구(5)를 사용하는 작업물(1)의 절단 가공은 도 2a에 도시된다. 도시된 순간에, 공구(5)는 작업물(1)에 작동적으로 연결된다.
- [0019] 기계 장치(100)는 작업물이 가공되도록(예를 들어 블랭크(4)) 클램핑(clamping)하는 클램핑 장치(clamping means)를 가진다는 것을 도 2a 및 도 2b로부터 추론될 수 있다. 작업물(1)은 도 2a 및 도 2b에 작업물 스핀들(7, the workpiece spindle)에 클램핑된다. 클램핑 장치는 직접 관찰될 수 없다. 추가로, 기계 장치(100)는 작업물(1)의 이뿌리면의 절단 가공을 위한 기어 가공 공구(5)(예를 들어, 연삭이나 밀링 공구)를 척 물립(chucking)하기 위한 공구 클램핑 장치를 포함한다. 공구 클램핑 장치는, 공구(5)와 회전 드라이브(6) 사이 영역에 고정되어 있기 때문에, 도면에 나타낼 수 없다.
- [0020] 추가로, 기계 장치(100)는 도 2a 및 도 2b에 아주 개략적인 형태로 도시된 측정 장치(50)를 포함한다. 이 측정 장치(50)는 모든 실시예에서 기계 장치(100)의 요소이며, 예를 들어 측정 장치(50)는 기계 장치(100)에 고정되어 있다. 도 2a 및 도 2b에 따른 측정 장치(50)는 참조될 수 있도록 설계된다. 측정 장치는 또한 측정 장치(50)에 영향을 주는 온도 관련 변화에도 불구하고 작업물(1)에 가능한 가장 정확한 측정을 가능하게 한다. .
- [0021] 측정 장치(50)는 공구(5)를 이용하는 작업물(1)의 가공 동안 손상되지 않도록 떨어지도록 모든 실시예에 바람직하게 설계된다. 측정 장치(50)가 신축식 구조(a telescoping structure)를 가질 수 있다는 것은 도 2a 및 도 2b에 예를 통해서 나타낼 수 있다. 도 2a에서, 신축식 구조는 수축되고(retracted) 실제 센서(51, the actual sensor)는 접히거나(folded) 피벗에서 벗어난다(pivoted away). 도 2b에서, 신축식 구조는 연장되고 센서(51)는 톱니 간격(a tooth gap)으로 접히거나(folded) 피벗(pivoted)되어 있다.
- [0022] 모든 실시예에서, 기계 장치(100)는 기준점(a reference point)이나 기준면(13, a reference surface)을 바람직하게 포함하고, 이는 도 2a 및 도 2b에 나타나있다. 이 기준점이나 이 기준면(13)은 기준(a reference)이 기계 장치(100) 내에 사용 가능하도록 온도 안정적(temperature-stable)이거나 온도 중립적(temperature-neutral)으로 설계되고, 이는 온도 관련 변위(temperature-related displacements)나 변화에 쉽게 영향을 받지 않는다. 기준점이나 기준면(13)으로부터 기준 변수(a reference variable)의 획득은 여기에서 참조

(referencing)로서 언급되어진다.

- [0023] 측정 장치(50)는 바람직하게는 손상된 측정 결과(corrupted measurement results)가 온도 변화에 의해 얻어지지 않도록 모든 실시예에서 온도 중립적으로 설계된다.
- [0024] 모든 실시예에서, 측정 장치(50)는 바람직하게는 공구(5)(작업물(1)에 대한 이것의 위치에 대해 온도 중립적인)의 영역이 아닌 작업물 스펜들(7)에 가능한 가깝게 위치되거나 또는 측정 장치(50)가 측정 전에 참조되어진다(도 2a 및 도 2b 참조). 그렇지 않으면, 측정은 휴지(냉각) 후 측정동안에 부정확하게 일어날것이다.
- [0025] 모든 실시예에서, 측정 장치(50)는 이것이 또한 다양한 온도 영향하에 안정되게 유지되도록 온도 중립적 및 강성 구조(rigid construction)를 바람직하게 포함한다. 측정 장치(50)의 필수적인 구성 요소는, 예를 들어, 탄소 섬유 복합 재료와 세라믹(carbon fiber composite materials and ceramic)의 조합으로부터(최소의 무게와 높은 정도의 강도(rigidity)를 위해) 제작될 수 있다. 사용되는 측정 기준(the measuring standards)은, 예를 들어, 온도 중립적 세라믹으로부터 제작될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 측정 장치(50)는 온도 보상(temperature-compensated)으로 구체화될 수 있다(예를 들어, 능동적 동적 온도 보상(an active dynamic temperature compensation)을 갖는).
- [0026] 기준점이나 기준면(13)으로 갖춰진 기계 장치(100)에서, 측정 장치(50)는 예를 들어 기준점이나 기준면(13)을 스캔하는(scanning) 센서(51)에 의해 참조(referencing) 동안 공간적 기준(a spatial reference)을 얻을 수 있다. 기준점이나 기준면(13)의 좌표 값(the coordinate values)은, 예를 들어, 컴퓨터 기준(a computer reference)으로서 후속 계산(subsequent computations) 동안 사용될 수 있다.
- [0027] 절단 가공 때문에, 작업물 온도(T_w , a workpiece temperature)는 도 2a에 나타낸 값(T_1)에 도달되는 결과가 된다. 가공이 완료된 후에, 상대적 운동은 작업물(1)로부터 공구(5)를 분리하도록 기계 장치(100)에서 실행된다. 대응하는 상태는 도 2b에 도시되어있다. 작업물(1)은 천천히 냉각된다. 작업물 온도 (T_w)는 도 2b에 나타낸 온도(T_1^*)를 가정하는 결과가 된다. 아래의 서술은 $T_1 > T_1^*$ 의 경우에 적용된다.
- [0028] 도 2b에 나타낸 것처럼 측정 장치(50)가 이제 사용된다. 적어도 하나의 작업물(1)의 특성 작업물 변수($W.1$, at least one characteristic workpiece variable)는 측정 장치(50)를 통해 확인된다(ascertained). 이는 본 발명에 따라 작업물(1)의 가공 후에 가능한 즉각적으로 수행된다. 이는 작업물(1)이 특성 작업물 변수($W.1$)의 확인(the ascertainment) 직후 아직 뜨겁다는 것을 의미한다.
- [0029] 실제 예로부터 몇개의 예시적인 수치 이후에 제공된다. 기계 장치(100)의 정상 상태 온도(T_{vm})는, 그 중에서도, 주변 온도에 종속된다. 막 작동된 기계 장치와 20° 에서 30° 이상의 고온 작동 기계 장치 사이의 온도 차이는, 예를 들어, 밀링 가공 동안 발생한다. 작업물(1)의 온도는 밀링 가공 후에 섭씨 60° 까지 증가할 수 있고, 예를 들어 이들은 가공에 의해 대략 섭씨 40° 정도로 온도 증가를 경험한다. 연삭 기계 장치에 온도 변화는 이 값들에 상당히 아래이다.
- [0030] 블랭크(4)나 작업물(1)은 예를 들어 선삭 가공물(turned parts)인 기계 장치(100)에서 가공되기 때문에, 그의 원주면(the circumferential surface)(평 기어에 실린더 측면 표면(cylinder lateral surface)이나 베벨 기어(a bevel gear)에서 원뿔대 표면(truncated cone surface))은 정확하게 치수가 측정되지 않는다. 측정 장치(50)를 이용하여 원주면을 스캔하는 것은 그러므로, 측정 장치(50)가 온도나 측정값이 변화하는 경우에 온도 보상 방법으로 정확하게 작동하더라도, 사용 가능한 작업물 변수를 야기하지 않는다. 본 발명에 따라, 특성 작업물 변수($W.1$)는 따라서 바람직하게는 기계 장치(100)에서 바로 가공된 표면이나 점에 모든 실시예에서 결정된다. 도 2b의 예에서, 센서(51)는 톱니(a tooth gap)로 관통하여, 예를 들어, 간격 폭(the gap width)를 스캔한다. 간격 폭은, 예를 들어, 작업물(1)의 피치원(NK, the pitch circle)에 스캔되고 추가 가공(further processing)을 위해 특성 작업물 변수($W.1$)로서 공급된다.
- [0031] 본 발명의 추가 측면은 기어 가공 기계 장치(100)의 작동 동안 실행되는 방법 단계(the method steps)에 기반하여 지금부터 기술될 것이다. 본 발명에 따른 기계 장치(100)는 지금부터 더 구체적으로 기술될 방법을 수행하기 위해 설계된다는 점에서 구분된다. 적합한 기계 장치(100)는, 필요한 축에 추가로, 클램핑 장치, 그리고 드라이브(drives), 언급된 측정 장치(50)를 또한 바람직하게 포함한다. 또한, 소프트웨어가 사용되고, 이는 기계 장치(100)나 기계 장치(100)에 연결 가능한 시스템에 설치된다.
- [0032] 바람직하게는 본 방법은 다음의 단계를 포함한다:

- [0033] - 제1 작업물(1, a first workpiece)의 가공은 기계 장치(100, the machine)에서 수행되며(도 2a 참조), 상기 제1 작업물(1)이 가공으로 인해 가열이 된다. 제1 작업물(1)은 $T_w = T_1$ 의 온도에 이르게 된다.
- [0034] - 적어도 하나의 제1 작업물의 특성 작업물 변수(W.1)는 (상기에 $T_w = T_1$ 로 표기된) 가열 상태로 제1 작업물(1)에서 측정되며, 상기 기계 장치(100)의 센서(51, the sensor)는 측정을 위해 사용된다. 해당하는 스냅 사진은 도 2b에 도시되었다.
- [0035] - 그런 다음 이른바 보상 측정(compensation determination)이 수행된다. 보상 측정은 적어도 하나의 제1 작업물의 특성 작업물 변수(W.1)를 기초로, 그리고 적어도 하나의 기준 작업물(R)의 특성 작업물 변수(W.R)를 기초로 수행이 된다. 상기에 언급된 실시 예에서, 예를 들어, $T_w = T_1$ 에서 제1 작업물(1)의 간격 폭은 기준 작업물의 간격 폭과 비교가 된다. 상기의 경우, 기준 작업물(R)의 특성 작업물 변수(W.R)는 뜨거운 상태에서 또한 측정되었다는 것을 알게 된다. 바람직하게는 기준 작업물(R)의 특성 작업물 변수(W.R)는 온도(T_1)와 거의 상응하는 온도로 또한 측정되었다. 모든 실시 예에서, 바람직하게는 기준 작업물(R)의 특성 작업물 변수(W.R)는 정상 상태의 온도(T_{st} , the steady-state temperature)에 도달한 후에 기계 장치(100)에서 측정된다. 상기의 내용은 상기 특성 작업물 변수(W.R)는 기계 장치(100)가 오랜 시간 동안 작동한 후에 측정되었고, 따라서 열적 안정 상태(thermally stabilized state)였다는 것을 의미한다. 적어도 하나의 보상 값(at least one compensation value)은 보상 측정 범위에서 측정이 된다. 상기 언급된 실시 예에서, 예를 들어, 다음과 같은 상황을 예상할 수 있다. 제1 작업물(1)을 가공하는 동안, 여전히 정상 상태의 온도(T_{st}) 미만인 상태이기 때문에, 제1 작업물(1)은 기준 작업물(R)과는 약간 다른 크기를 갖게된다. 상기 설명된 실시 예에서, 예를 들어, 기준 작업물(R)의 간격 폭은 제1 작업물(1)의 간격 폭보다 다소 크다. 두 개의 작업물의 간격 폭의 차이(즉, 두 개의 특성 작업물 변수(W.R, W.1)는 보상 측정의 범위에서 계산된다. 보상 값은 기계 장치(100)에서 제2 작업물(2)의 가공을 위해 측정될 수 있다. 마감 처리 방법(a completing method)에서, 공구(5)의 형상(the profile)은 작업물에 대한 기어 이(the tooth)의 간격의 형상을 명시해주며, 보상 값은 제2 작업물(2)을 가공하는 동안 공구(5)가 가공 되어질 기어 이의 간격 안으로 약간 깊게 들어가야 한다는 것을 명시할 수 있다.
- [0036] - 현재 적어도 하나의 기계 장치 셋팅 값이 보상 값을 기초로 적용된다. 상기 언급된 실시 예에서, 예를 들어, 가공 진입 깊이(the plunging depth)는 보상 값에 따라 변경된다.
- [0037] - 예를 들어, 그리고 난 후 기계 장치(100)에서 제2 작업물($n = 2$)의 가공이 수행된다. 따라서, 작업물(1)에 대해 이전에 극히 작게 측정되었던 간격 폭은 제2 작업물(2)에 대하여 보상이 된다.
- [0038] - 상기 실시 예는 도 3a에서 3d까지를 기초로 하여 더욱 명확해진다. 상기 도면들에서, 스피어 기어(a spur gear)는 제1 작업물(1)으로써 도시된다. 연삭 디스크(a grinding disk)는 마감 처리 방법의 범위에서 공구(5)으로써 사용된다. 공구(5)의 형상은 제1 작업물(1)에 대한 기어 이의 간격의 형상을 측정한다.
- [0039] - 고정된 좌표 축(x, a fixed coordinate axis)은 각각 도 3a에서 3d까지 좌측에 도시된다. 상기 좌표 축(x)은 상관 관계를 나타내기 위해 따로 사용된다.
- [0040] - 공구의 회전축(RW, the rotational axis of the tool)은 도 3a에서 도 3d까지 도면의 평면 상에 위치한다. 공구(5)는 제1 작업물(1)의 기어 이 간격 안으로 위치(x_1)까지 공구의 회전축(RW)을 진입시킨다는 것을 도 3a에서 볼 수 있다. 작업물의 회전축(RA, the rotational axis of the workpiece)은 도면의 평면과 수직을 이루며, 위치($x = x_0$)에 고정되어 있다.
- [0041] - 제1 작업물(1)이 가공된 후, 제1 작업물(1) 및 공구(5)는 서로 분리된다. 상기 단계는 도 3b에 도시된다. 도시된 실시 예에서, 제1 작업물(1)은 이전의 위치($x = x_0$)에 남아 있으며, 공구의 회전축(RW)은 공구(5)와 함께 (위치(x_1)에서 위치(x_2))로 후진한다. 제1 작업물(1)의 특성 작업물 변수(W.1)의 측정이 현재 수행된다. 상기 목적을 위해, 센서(51)가 제1 작업물(1)의 기어 이의 간격 안으로 진입이 되며, 상기 기어 이의 간격에 대하여 기어 이의 좌측면과 우측면으로 이동된다. 예를 들어, 상기 내용은 피치원(NK, the pitch circle)에 대하여 수행될 수 있다. 보상 측정은 제1 작업물(1)의 간격 폭이 기준 변수(W.R)으로써 사용되는 기준 작업물(R)의 간격 폭으로부터 벗어났는가의 여부와, 어느 정도 벗어났는지를 측정하기 위해 (바람직하게는 소프트웨어의 방식에 의해 컴퓨터로) 현재 수행된다.
- [0042] - 상기 설명된 실시 예에서, 예를 들어, 기준 작업물(R)의 간격 폭은 제1 작업물(1)의 간격 폭 보다 약간 좁다. 두 개의 간격 폭의 차이(즉, 두 개의 특성 작업물 변수(W.R, W.1))는 보상 측정 범위에서 계산 된다.

- [0043] 도 3d에 도시된 바와 같이 다음의 방법 단계에서, 추가 작업물이 가공된다. 도시된 실시 예는 제2 작업물(2)에 관한 것이다. 도 3d의 단계에서, 뜨거운 제1 작업물(1)의 측정된 간격 폭은 뜨거운 기준 작업물(R) 보다 크기 때문에, 공구(5)는 도 3a의 경우만큼 제2 작업물(2)의 재료 안으로 진입시키면 안 된다. 예를 들어, 보상 값처럼, 좌표축 상의 수정된 값(x1*)이 측정될 수 있다. (x축과 평행한) 값(x1)과 값(x1*) 사이의 차는 변환 계산(a transformation computation)으로 얻어진다. 상기 내용은 값(x1*)이 벗어난 온도임에도 불구하고, 공구(5)를 약간만 진입시키기 위해 (기계 장치(100) 및 제2 작업물(2)의 온도가 도 3a와 동일하다면) 측정 되어진다는 것을 의미한다. 제2 작업물(2)은 현재 도 3d에서 가공되며, 상기 값들은 온도 결함(temperature faults) 방식에서 보상된다. 도 3d: $|x_0 - x_{1*}| > |x_0 - x_1|$.
- [0044] 본 발명에 따르면, 특성 작업물 변수의 측정은 기계 장치(100)가 더 가공되는 동안 때때로 반복될 수 있다. 따라서, 예를 들면, 제3 작업물(3) 및 제4에서 제10 작업물까지는 도 3d와 함께 설명된 바와 같이 동일한 보상 값으로 가공될 수 있다. 상기 제10 작업물은 (이전의 제1 작업물(1)과 같이) 뜨거운 상태에서 (도 3c에 도시된 바와 같이) 다시 측정될 수 있다. 그리고 난 후 보상 값은 제11 작업물에 대하여 측정될 수 있다. 그 다음 제11 작업물이 보상 값을 적용하여 가공된다. 따라서 중지 시간에 가공되는 작업물이 정상 상태 온도(T_{TH})에 도달할 때까지 상대적으로 치수로 잴 수 있을 정도로 정확하다는 것이 보장될 수 있다.
- [0045] 중지 시간 후의 (예를 들어, 맞지 않는 도구가 죄어 있음으로 인한) 결함을 없애기 위해, 제1 작업물(1)의 가공하기 전, 또 다른 공작물(0)에 대해 다음의 단계들이 수행될 수 있다:
- [0046] - 가공을 하는 동안 다른 작업물(0)이 가열이 되는 기계 장치(100)에서 상기 다른 작업물(0)의 가공을 수행하는 단계,
- [0047] - 상기 다른 작업물(0)이 목표 값과 상응하는지를 수립하기 위해 냉각된 상태에서 상기 하나 이상인 다른 작업물(0)의 특성 변수를 측정하는 단계,
- [0048] - 설명한 바와 같이 상기 다른 작업물(0)이 목표 값에 상응한다면, 제1 작업물(1)의 가공을 시작하는 것이 가능하다. 상기 다른 작업물(0)이 목표 값에 상응하지 않는다면, (예를 들면, 기계 장치(100) 작업자에 의해) 검사가 이루어져야만 한다.
- [0049] 상기 내용은 기계 장치(100)의 폐루프(a closed loop)에 의해 연결될 수 있는 분리 측정 기계 장치(a separate measuring machine)에서 수행될 수 있다.

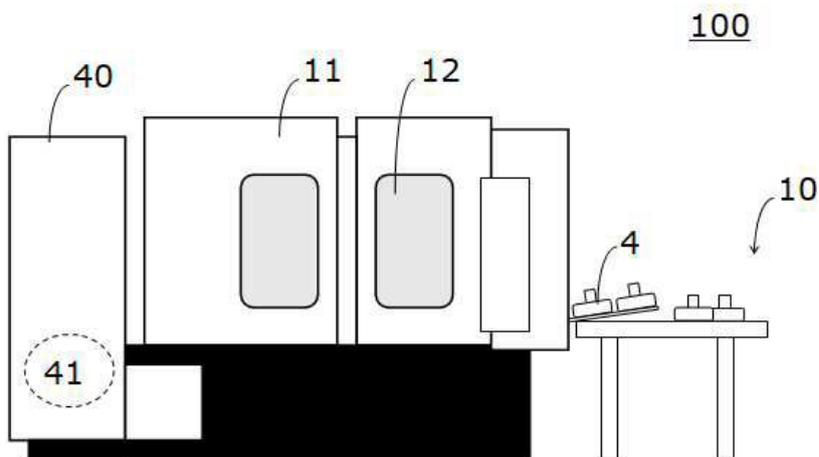
부호의 설명

- [0050] 0: 작업물
 1: 제1 작업물
 2: 제2 작업물
 3: 제3 작업물
 4: 블랭크
 5: 공구
 6: 공구 구동부
 7: 작업물 스핀들
 10: 작업물 공급부
 11: 패널
 12: 관찰창
 13: 기준점/기준면
 40: 분리 하우징
 41: (CNC) 제어 장치

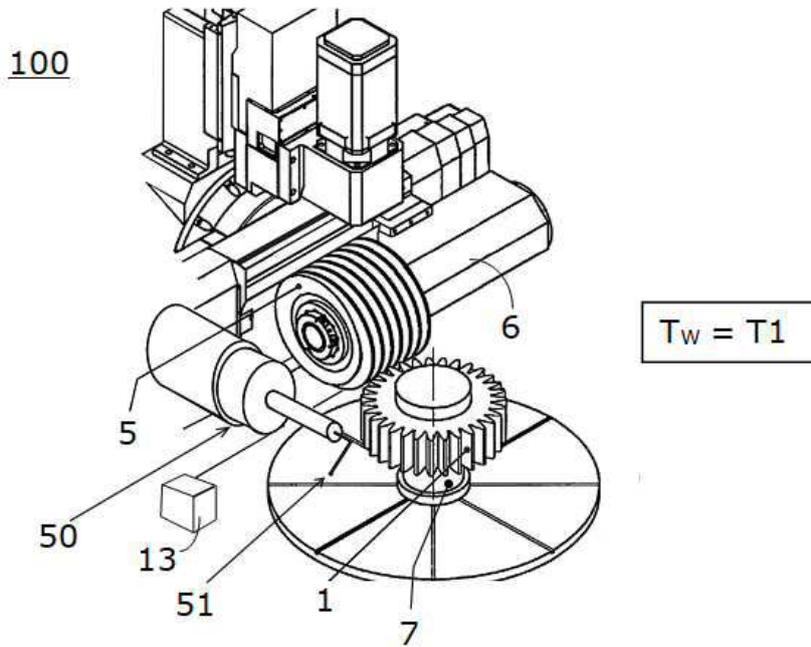
- 50: 측정 장치
- 51: 센서
- 100: 기계 장치
- n: 추가 작업물
- NK: 피치원
- R: 기준 작업물
- RA: 작업물의 회전축
- W.1: 제1 작업물의 특성 작업물 변수
- W.2: 제2 작업물의 특성 작업물 변수
- W.R: 기준 작업물의 특성 작업물 변수
- Δt : 중지 시간
- RW: 공구의 회전축
- T1: 가공 온도
- T1*: 기계 가공 후 단시간 온도
- T_Ⅷ: 정상 상태 온도
- T_Ⅵ: 작업물 온도
- x: 좌표축
- x0, x1, x2: 좌표축 상의 값
- x1*: 좌표축 상의 수정된 값

도면

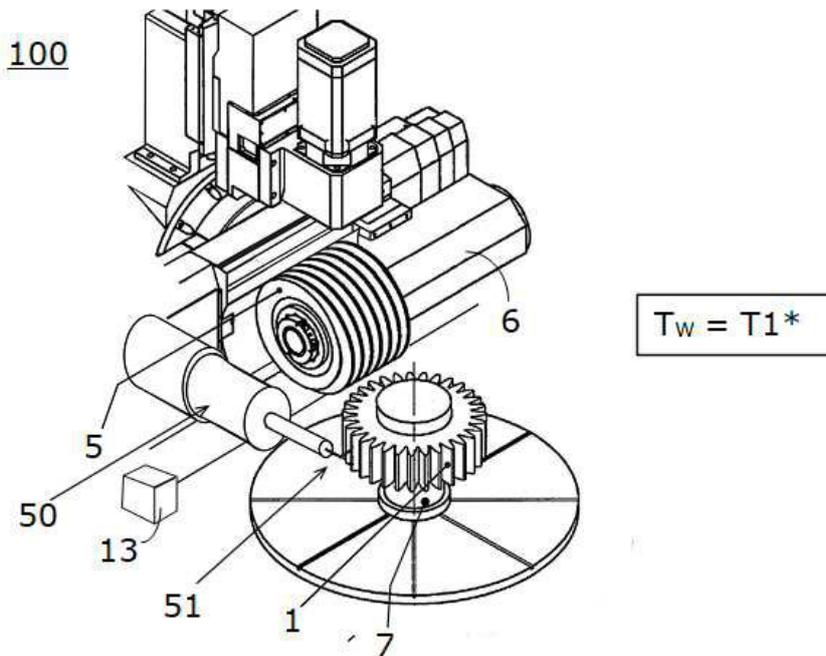
도면1



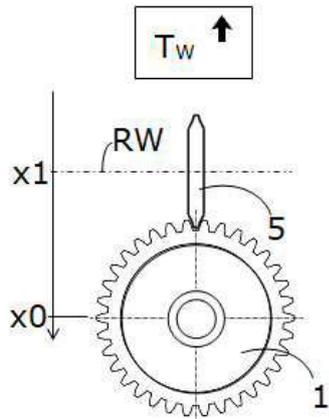
도면2a



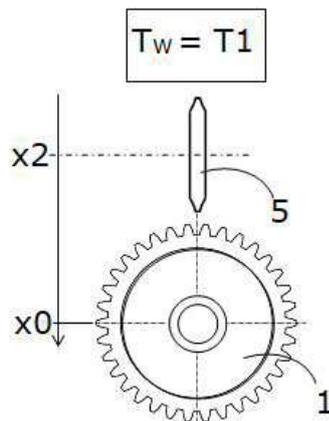
도면2b



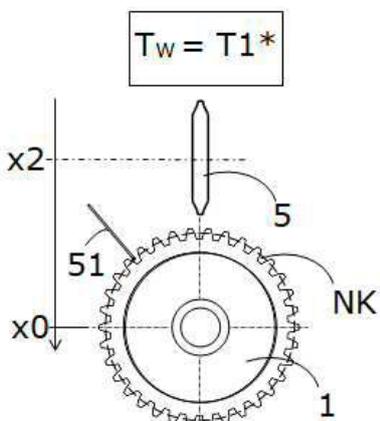
도면3a



도면3b



도면3c



도면3d

