(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0125781
(43) 공개일자 2012년11월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B23Q 15/22 (2006.01) *B23Q 17/20* (2006.01)
B23Q 15/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0043429
(22) 출원일자 2011년05월09일
심사청구일자 2011년05월09일

(71) 출원인
창원대학교 산학협력단
경상남도 창원시 의창구 사림동 9 창원대학교
(72) 발명자
정윤교
경상남도 창녕군 성산면 구연화길 98
황종대
제주특별자치도 제주시 애월읍 광령2리 2652번지 302
정현철
경상남도 창원시 의창구 서곡길 84, 60호 16-1 (봉곡동)
(74) 대리인
김대현

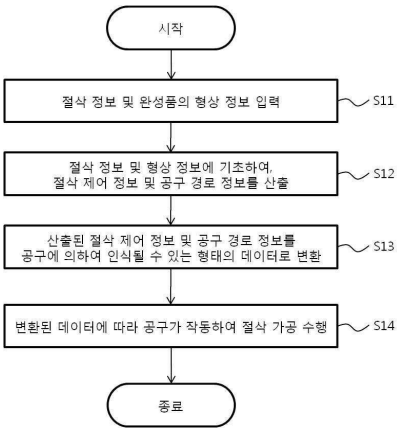
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 **공구의 제어시스템 및 제어방법**

(57) 요 약

본 발명은, 작업자에 의하여 입력되는 절삭 가공에 관한 기본 정보에 기초하여, 공구의 운전을 위한 제어 정보가 산출되고, 산출된 제어 정보에 따라 공구가 작동되는 공구의 제어시스템 및 제어방법에 관한 것이다. 따라서, 작업자가 공구 특성에 관한 정보 및 가공 완성물의 형상에 대한 정보 등과 같이 기본적인 정보만을 입력하더라도, 자동적으로 공구의 구체적이고 최적에 해당하는 운전 조건이 산출되고 작동되기 때문에, 작업자가 절삭 가공을 더욱 용이하게 수행할 수 있는 이점 있다.

대 표 도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

가공물에 대한 절삭 가공이 수행될 수 있도록 절삭 공구를 제어하는 공구의 제어시스템에 있어서,

절삭 가공에 관한 기본 정보를 입력받기 위한 입력부; 및

상기 입력부를 통하여 입력되는 기본 정보에 기초하여, 공구의 운전 상태를 결정하기 위한 제어 정보를 산출하고, 산출된 제어 정보에 따라 공구의 작동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 공구의 제어시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기본 정보는, 절삭 가공 조건에 관한 절삭 정보와, 가공물의 최종 형상에 관한 형상 정보를 포함하고,

상기 제어 정보는, 공구의 절삭 운전 조건에 관한 절삭 제어 정보와, 공구의 이동 경로에 관한 공구 경로 정보를 포함하며,

상기 제어부는,

상기 절삭 정보에 기초하여 상기 절삭 제어 정보를 산출하는 절삭 조건 산출 모듈;

상기 형상 정보에 기초하여 상기 공구 경로 정보를 산출하는 공구 경로 산출 모듈; 및

상기 절삭 조건 산출 모듈 및 공구 경로 산출 모듈에 의하여 산출된 절삭 제어 정보 및 공구 경로 정보를 장비가 인식 가능한 형태의 데이터로 변환하는 후처리 모듈;을 포함하는 것을 특징으로 하는 공구의 제어시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 절삭 정보는, 공구의 종류, 공구의 직경, 절입 깊이, 스텝 오버, 날 수, 공구 세장비, 절삭 방향, 공구 재질, 가공물의 재질을 포함하고,

상기 형상 정보는, 임펠러의 부품 형상을 포함하며,

상기 절삭 제어 정보는, 절삭칩 단면적, 스핀들 회전속도, 이송속도, 절삭부하, 절삭동력을 포함하고,

상기 공구 경로 정보는, 공구의 위치 및 자세를 결정하는 수치 데이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 공구의 제어시스템.

청구항 4

가공물에 대한 절삭 가공이 수행될 수 있도록 절삭 공구를 제어하는 공구의 제어방법에 있어서,

입력부를 통하여 절삭 가공에 관한 기본정보가 입력되는 단계;

제어부에 의하여 상기 입력된 기본정보에 기초하여 공구의 운전 상태를 결정하기 위한 제어 정보가 산출되는 단계;

상기 산출된 제어 정보가 상기 제어부에 의하여 공구에 의하여 인식될 수 있는 형태의 데이터로 변환되는 단계; 및

상기 변환된 데이터에 따라 공구가 작동하여 절삭 가공이 수행되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 공구의 제어방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 기본 정보는, 절삭 가공 조건에 관한 절삭 정보와, 가공물의 최종 형상에 관한 형상 정보를 포함하고,

상기 제어 정보는, 공구의 절삭 운전 조건에 관한 절삭 제어 정보와, 공구의 이동 경로에 관한 공구 경로 정보를 포함하며,

상기 제어부에 의하여, 상기 절삭 정보에 기초하여 상기 절삭 제어 정보가 산출되고, 상기 형상 정보에 기초하여 상기 공구 경로 정보가 산출되는 것을 특징으로 하는 공구의 제어방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 절삭 정보는, 공구의 종류, 공구의 직경, 절입 깊이, 스텝 오버, 날 수, 공구 세장비, 절삭 방향, 공구 재질, 가공물의 재질을 포함하고,

상기 형상 정보는, 임펠러의 부품 형상을 포함하며,

상기 절삭 제어 정보는, 절삭칩 단면적, 스핀들 회전속도, 이송속도, 절삭부하, 절삭동력을 포함하고,

상기 공구 경로 정보는, 공구의 위치 및 자세를 결정하는 수치 데이터를 포함하는 것을 특징으로 하는 공구의 제어시스템.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 공구의 작동을 제어하기 위한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 항공기, 우주기기 등과 같이 복잡한 형태로 강도 및 내구성 면에서 높은 수준이 요구되는 제품이 늘어가고 있는 추세에 있다. 특히, 임펠러는 항공기의 터보엔진, 선박의 터빈 및 워터제트, 수력펌프 등에 이용되는 핵심 부품으로 그 이용 분야에 따라 다양한 형상을 가지며, 최근 에너지 효율의 증가 및 친환경 에너지에 대한 요구가 높아짐에 따라 그 중요성이 더해지고 있다.

[0003] 한편, 이러한 임펠러를 제작하기 위하여 5축 제어 가공을 사용하는 경우가 점차적으로 늘어나는 추세인데, 5축 제어 가공을 이용하여 임펠러를 제작하는 것은 조작 방법이 어려워 비숙련자가 용이하게 수행하기 어려운 문제점이 있었다. 즉, 임펠러의 효율적인 공구 경로를 생성하기 위한 자동화 모듈을 자체 개발하여 중소제조업체에서 비숙련자라 하더라도 손쉽게 사용할 수 있도록 할 수 있는 새로운 제어시스템 및 제어방법이 필요한 상황이다.

[0004] 또한, 고속으로 회전하는 임펠러의 회전, 진동, 동특성은 동심도 확보, 밸런싱 보정, 정밀도 및 표면조도 확보 등 다양한 생산기술에 대한 요구를 발생시켰다. 예를 들어, 임펠러의 구성 중 쉬라우드(shroud)와 샤프트(shaft)의 동심도가 나쁘면 고속회전시 밸런싱이 저하되어 고효율, 고출력을 보장할 수 없으며 파손의 원인이 되기도 한다.또한, 블레이드의 표면 조도가 저하되면 유체의 매끄러운 유출을 방해하고, 저항이 발생하여 고성능을 보장할 수 없게 된다. 임펠러의 형상적 특성상 공구의 직경에 비하여 공구 길이가 길어져야 하므로, 한계세장비를 초과하는 경우가 많으며, 이러한 경우 공구의 떨림에 의하여 공구 마모 및 파손, 표면조도 악화, 정밀도 저하로 이어져 다양한 문제가 발생된다. 따라서, 정밀도와 표면조도를 향상시키기 위하여 한계세장비를 결정하기 위한 다양한 절삭조건을 데이터베이스로 구축하여 자동적으로 절삭조건을 최적화될 수 있는 방향으로 수정할 수 있는 제어시스템 및 제어방법에 대한 필요성이 요구되고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 비숙련자도 5축 가공을 이용한 임펠러의 제작을 용이하게 수행할 수 있도록 조작 편의성이 더욱 향상될 수 있는 공구의 제어시스템 및 제어방법을 제공하기 위한 것이다.

[0006] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기한 바와 같이 제안되는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템은, 가공물에 대한 절삭 가공이 수행될 수 있도록 절삭 공구를 제어하는 공구의 제어시스템에 있어서, 절삭 가공에 관한 기본 정보를 입력받기 위한 입력부; 및 상기 입력부를 통하여 입력되는 기본 정보에 기초하여, 공구의 운전 상태를 결정하기 위한 제어 정보를 산출하고, 산출된 제어 정보에 따라 공구의 작동을 제어하는 제어부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0008] 그리고, 본 발명에 의한 공구의 제어방법은, 가공물에 대한 절삭 가공이 수행될 수 있도록 절삭 공구를 제어하는 공구의 제어방법에 있어서, 입력부를 통하여 절삭 가공에 관한 기본정보가 입력되는 단계; 제어부에 의하여 상기 입력된 기본정보에 기초하여 공구의 운전 상태를 결정하기 위한 제어 정보가 산출되는 단계; 상기 산출된 제어 정보가 상기 제어부에 의하여 공구에 의하여 인식될 수 있는 형태의 데이터로 변환되는 단계; 및 상기 변환된 데이터에 따라 공구가 작동하여 절삭 가공이 수행되는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0009] 상기한 바와 같이 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 의하면, 사용자가 공구의 상태, 가공 완성품의 형상 등 절삭 가공과 관련한 기본적인 정보를 입력하는 것만으로도, 제어시스템에서 자체적으로 공구의 상태 등을 고려하여 원하는 가공 완성품의 형상을 얻을 수 있는 절삭 공구의 운전 조건이 산출되어, 산출된 운전 조건에 따라 절삭 공구의 작동이 제어된다. 따라서, 사용자 입장에서는 구체적인 절삭 공구의 운전 조건에 관한 정보를 별도로 입력할 필요가 없으므로, 5축 가공을 이용하여 임펠러를 제작하는 작업이 더욱 용이하게 수행될 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 5축 가공 방식으로 임펠러를 가공하는 모습을 보인 사진.

도 2는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 의한 제어 흐름을 보인 플로차트.

도 3은 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 있어서 제어 신호의 흐름을 보인 제어 구성도.

도 4는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 절삭 가공을 위한 다양한 정보가 입력되기 위한 메인 화면을 보인 도면.

도 5는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 절삭 조건이 입력되기 위한 절삭 조건 입력 화면을 보인 도면.

도 6은 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 완성품의 형상 정보가 입력되기 위한 형상 정보 입력 화면을 보인 도면.

도 7은 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 장비가 인식 가능한 데이터로 변환하는 방식이 선택되기 위한 변환 방식 선택 화면을 보인 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하에서는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법의 실시예를 첨부한 도면을 참조하여 보다 상세하게 설명한다.

[0012] 도 1은 5축 가공 방식으로 임펠러를 가공하는 모습을 보인 사진이다.

[0013] 도 1을 참조하면, 5축 가공기는, 가공 대상에 해당하는 가공물(20)이 고정되기 위한 고정대(11)와, 상기 고정대(11)에 고정된 가공물(20)을 설정된 설계 형상대로 가공하기 위한 절삭공구(12)를 포함한다. 상기 고정대(11)는 가공물(20)의 고정 작업이 용이할 수 있도록 경사지게 놓여질 수 있다. 그리고, 상기 절삭공구(12)는 상기 고정대와 독립적으로 이동할 수 있도록 구비될 수 있다. 이때, 상기 절삭공구(12)는 3개의 직선이송축과 2개의 회전이송축을 가지므로, 3축 방향으로 직선 운동할 수 있음과 동시에 수평 2축 방향으로 회전 운동할 수 있도록 구비된다. 따라서, 상기 고정대에 놓여지는 가공물(20)을 기준으로 다양한 각도 및 자세로 위치되어, 상기 가공물(20)에 대한 자유로운 가공 작업을 수행할 수 있고, 상기 가공물(20)을 다양한 형상으로 가공할 수 있다.

[0014] 즉, 상기 가공물(20)의 절삭 작업이 수행되는 과정에서, 상기 절삭공구(12)는 다양한 위치로 이동함과 동시에 다양한 각도로 자세를 가변할 수 있다. 특히, 상기 가공물(20)을 곡률이 변화하는 곡면을 가지는 완성품으로 가공하는 경우에는, 절삭공구(12)가 연속적으로 이동함과 동시에 자세가 변해야 하는 것은 필수적이다.

[0015] 한편, 상기 가공물(20)에 대한 절삭 가공이 수행되기 위해서는 다양한 정보가 상기 5축 가공기에 입력될 필요가 있다. 예를 들어, 기본적으로 가공 후 완성물의 형상에 대한 정보가 입력될 필요가 있고, 상기 가공물(20)을 가공하기 위한 절삭 공구의 특성에 대한 정보, 절삭 공구(12)의 운전 조건 등이 입력될 필요가 있다.

[0016] 여기서, 완성물의 형상에 대한 정보는 작업자가 원하는 제품의 모습에 맞추어 설계 및 입력할 수 있고, 절삭 공구(12) 자체의 특성은 절삭 공구(12)에 대한 특성 정보를 확인하여 비교적 쉽게 입력할 수 있으나, 예를 들면 스핀들 회전속도, 이송속도, 절삭 부하, 절삭 동력 등과 같은 절삭 공구(12)의 운전 조건은 사용자가 임의로 예측 및 산정하기 어려운 부분에 해당한다.

[0017] 따라서, 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법과 같이, 가공 완성물의 형상 정보 및 절삭 공구(12)의 특성 정보 등만으로도 상기 절삭 공구(12)의 운전 조건이 적절한 수준으로 자동적으로 설정될 수 있는 제어시스템 및 제어방법이 필요한 것이다.

[0018] 이하에서는, 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 의한 제어 흐름을 첨부한 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0019] 도 2는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 의한 제어 흐름을 보인 플로차트이고, 도 3은 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 있어서 제어 신호의 흐름을 보인 제어 구성도이며, 도 4는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 절삭 가공을 위한 다양한 정보가 입력되기 위한 메인 화면을 보인 도면이다. 도 5는 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 절삭 조건이 입력되기 위한 절삭 조건 입력 화면을 보인 도면이고, 도 6은 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 완성품의 형상 정보가 입력되기 위한 형상 정보 입력 화면을 보인 도면이며, 도 7은 본 발명에 의한 공구의 제어시스템에서 장비가 인식 가능한 데이터로 변환하는 방식이 선택되기 위한 변환 방식 선택 화면을 보인 도면이다.

[0020] 도 2를 참조하면, 먼저 작업자에 의하여 상기 5축 가공기의 일측에 구비되는 입력부를 통하여 절삭 가공 조건에 관한 절삭 정보와, 가공물의 최종 형상 즉, 완성품의 형상 정보가 입력된다(S11). 이때, 상기 절삭 정보는, 공구의 종류, 공구의 직경, 절잎 깊이, 스템 오버, 날수, 공구 세장비, 절삭 방향, 공구 재질, 가공물의 재질 등을 포함할 수 있다. 그리고, 상기 가공 완성물이 임펠러인 경우에는, 상기 완성품의 형상 정보는 임펠러의 부품 형상에 관한 정보가 될 수 있다.

[0021] 다음으로, 상기 5축 가공기에 구비되는 제어부에 의하여, 상기 입력된 절삭 정보 및 완성품의 형상 정보에 기초하여 공구의 절삭 운전 조건에 관한 절삭 제어 정보 및 공구의 이동 경로에 관한 공구 경로 정보가 산출된다(S12). 이때, 상기 절삭 제어 정보는, 절삭칩 단면적, 스핀들 회전속도, 이송속도, 절삭부하, 절삭동력을 포함하고, 상기 공구 경로 정보는, 공구의 위치 및 자세를 결정하는 수치 데이터를 포함할 수 있다.

[0022] 그리고, 상기 제어부에 의하여, 상기 산출된 절삭 제어 정보 및 공구 경로 정보를 상기 절삭 공구를 포함한 절삭에 필요한 장비에 의하여 인식될 수 있는 형태의 데이터로 변환된다(S14).

[0023] 또한, 상기 변환된 데이터에 따라 상기 절삭 공구가 작동하는 방식으로 상기 가공물에 대한 절삭 가공이 수행됨으로써, 예를 들면 임펠러와 같은 완성품이 제작될 수 있다(S15).

[0024] 한편, 도 3을 참조하여, 5축 가공기는, 상기 입력부(41)와, 상기 제어부(5)와, 상기 입력부(41)를 통하여 입력된 정보 및 상기 5축 가공기의 운전 상태 등과 같은 다양한 정보를 표시할 수 있는 출력부(42)를 포함한다. 그리고, 상기 입력부(41), 제어부(5) 및 출력부(42)는 서로 제어 신호를 주고 받을 수 있도록 전기적으로 연결된다.

[0025] 또한, 상기 제어부(5)는, 상기 절삭 정보에 기초하여 상기 절삭 제어 정보를 산출하는 절삭 조건 산출 모듈(51)과, 상기 형상 정보에 기초하여 상기 공구 경로 정보를 산출하는 공구 경로 산출 모듈(52)과, 상기 절삭 조건 산출 모듈 및 공구 경로 산출 모듈에 의하여 산출된 절삭 제어 정보 및 공구 경로 정보를 상기 절삭 공구를 포함한 절삭 가공에 필요한 장비가 인식 가능한 형태의 데이터로 변환하는 후처리 모듈(53)을 포함한다. 즉, 작업자에 의하여 입력된 상기 절삭 정보에 기초하여 상기 절삭 제어 정보를 산출하는 과정은 상기 절삭 조건 산출 모듈(51)에 의하여 수행되고, 상기 형상 정보에 기초하여 상기 공구 경로 정보를 산출하는 과정은 공구 경로 산출 모듈(52)에 의하여 수행되며, 상기 절삭 제어 정보 및 공구 경로 정보를 상기 절삭 공구를 포함한 다양한 장

비가 인식 가능한 형태의 데이터로 변환하는 과정은 상기 후처리 모듈(53)에 의하여 수행될 수 있는 것이다.

[0026] 한편, 상기 출력부에는 도 4와 같은 메인 화면(30)이 표시될 수 있다. 상기 메인 화면(30)은 상기 5축 가공기의 운전을 위한 초기 상태의 화면으로 볼 수 있다. 상기 메인 화면(30)에는, 절삭 조건 입력 화면(31)으로 전환되기 위한 절삭 조건 버튼(301)과, 형상 정보 입력 화면(32)으로 전환되기 위한 형상 정보 버튼(302)과, 변환 방식 선택 화면(33)으로 전환되기 위한 변환 방식 버튼(303)이 포함될 수 있다. 상기 절삭 조건 입력 화면(31)은 상기 절삭 조건이 입력되기 위한 화면에 해당하고, 상기 형상 정보 입력 화면(32)은 상기 완성품의 형상 정보가 입력되기 위한 화면에 해당하며, 상기 변환 방식 선택 화면(33)은 상기 절삭 공구를 포함한 절삭 가공에 필요한 장비가 인식 가능한 데이터로 변환되는 방식을 선택할 수 있는 화면에 해당한다. 즉, 상기 메인 화면(30)인 상태에서, 작업자가 상기 절삭 조건 버튼(301)을 선택하면 상기 절삭 조건 입력 화면(31)으로 전환되고, 상기 형상 정보 버튼(302)을 선택하면 상기 형상 정보 입력 화면(32)으로 전환되며, 상기 변환 방식 버튼(303)을 선택하면 상기 변환 방식 선택 화면(33)으로 전환될 수 있다.

[0027] 따라서, 작업자는, 상기 메인 화면(30)에서 절삭 조건 버튼(301)을 선택하여 상기 절삭 조건 입력 화면(31)으로 전환한 상태에서 상기 절삭 조건을 입력할 수 있고, 상기 메인 화면(30)에서 상기 형상 정보 버튼(302)을 선택하여 상기 형상 정보 입력 화면(32)으로 전환한 상태에서 완성물의 형상 정보를 입력할 수 있으며, 상기 변환 방식 버튼(303)을 선택하여 상기 변환 방식 선택 화면(33)으로 전환한 상태에서 상기 데이터 변환 방식을 선택할 수 있는 것이다.

[0028] 이때, 상기 절삭 조건 입력 화면(31)은 도 4에서 보여지는 바와 같다. 상기 절삭 조건 입력 화면(31)에는, 공구의 형태, 스텝오버, 절잎깊이, 피삭재의 형태, 공구의 접촉 각도 등이 포함될 수 있다.

[0029] 그리고, 상기 형상 정보 입력 화면(32)은 도 5에서 보여지는 바와 같다. 상기 형상 정보 입력 화면에는 상기 가공 완성물의 형상에 관한 정보가 포함될 수 있다.

[0030] 또한, 상기 변환 방식 선택 화면(33)은 도 6에서 보여지는 바와 같다. 상기 변환 방식 선택 화면에서는 HT-HR-AB(CIN501), HT-HR-AB(DMC8000), HT-TR-BC(I-200), HT-TR-AB(T-35), TT-TR-BC(X-120), TT-TR-AC(Variaxis500) 등과 같은 다양한 변환 방식 중 어느 한 가지의 변환 방식을 선택할 수 있도록 선택 버튼이 표시된다.

[0031] 한편, 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 있어서, 작업자에 의하여 입력되는 상기 절삭 정보에 기초하여 상기 절삭 제어 정보를 산출하는 원리는 다음과 같다.

[0032] 먼저, 소재제거율(Material removal rate)는 다음과 같은 식으로 나타낼 수 있다.

[0033] $MRR(mm^3/min)=As(mm^2)\times F(mm/min)$

[0034] 여기서, As는 절삭칩 단면적을 나타내고, F는 이송속도이다. 소재제거율은 절삭칩 단면적과 이송속도의 곱으로 나타낼 수 있다. 이때, 다양한 경우의 가공 형태에 따라 절삭칩 단면적이 변하게 되면 소재제거율도 따라서 변하게 된다.

[0035] 소재제거율 이론에서 절삭칩 단면적이 변하게 되면, 소재제거율도 따라서 변하게 된다. 이렇게 절삭칩 단면적에 따라 변동하는 소재제거율을 일정하게 유지하기 위해서는 다양한 경우의 가공 형태에 따라 이송속도를 제어해 주는 방법이 있다. 이때, 아래와 같은 식을 이용하여 변동하는 소재제거율에 따라 이송속도를 제어할 수 있다.

[0036] $F_c = MRR_t(=A_t?F_p)/A_s$

[0037] 여기서, MRR_t는 목표로 하는 소재제거량을 나타내고, F_p는 초기의 NC데이터에 입력한 이송속도이고, A_s는 다양한 형태에 따라 변동하는 절삭칩 단면적을 나타낸다. A_s의 양이 커지면 이송속도는 줄어들고 A_s의 양이 작아지면 이송속도가 올라가는 방식으로 이송속도를 제어하여 소재제거율을 일정하게 유지하는 방법이 이송률 제어 이론의 핵심이다.

[0038] $HP=HP_s\times MRR$

[0039] 그리고, 위의 식은 소요동력을 나타낸 식으로 피삭재에 따른 소재제거동력과 일정하게 제어된 소재제거율의 곱으로 나타낼 수 있다. 따라서, 소요동력을 일정하게 나타낼 수 있다. 여기서 HP는 소요동력이고, HP_s는 소재제거동력이다.

[0040] 한편, 본 발명에 의한 공구의 제어시스템 및 제어방법에 있어서, 작업자에 의하여 입력되는 완성물의 형상 정보

에 기초하여 상기 공구 경로 정보를 산출하는 원리는 다음과 같다.

[0041] 먼저, 상기 형상 정보를 감안할 때 해당 형상을 형성하기 위하여 공구가 이동해야 하는 기본적 경로에 관한 데이터 즉, 공구 경로에 관한 예비 데이터가 산출될 수 있다. 다음으로는, 상기 예비 데이터를 이용하여, 상기 가공물의 가공 품질을 향상시킬 수 있도록 더욱 매끄러운 경로에 해당하는 공구 경로에 관한 데이터 즉, 공구 경로로서 장비에 적용되기 위한 적용 데이터가 산출된다. 이때, 상기 예비 데이터로부터 상기 적용 데이터가 산출되는 과정은 MB spline 기법이 이용될 수 있다.

[0042] 그리고, 상기 MB spline 기법은, 상기 예비 데이터에 해당하는 공구의 이동 궤적 상에 놓이는 가상의 점들을 순차적으로 P_{n-1}, P_n, P_{n+1}이고, M_n은 P_{n-1} 및 P_{n+1} 사이의 중점이라고 가정할 때, 적용 데이터에 해당하는 공구의 이동 궤적 상에 놓이는 점 P_n'는 P_n 및 M_n의 중점에 해당하는 지점에 위치되도록 사상하는 것이다.

[0043] 본 발명에 의하면, 사용자가 공구의 상태, 가공 완성품의 형상 등 절삭 가공과 관련한 기본적인 정보를 입력하는 것만으로도, 제어시스템에서 자체적으로 공구의 상태 등을 고려하여 원하는 가공 완성품의 형상을 얻을 수 있는 절삭 공구의 운전 조건이 산출되어, 산출된 운전 조건에 따라 절삭 공구의 작동이 제어된다. 따라서, 사용자 입장에서는 구체적인 절삭 공구의 운전 조건에 관한 정보를 별도로 입력할 필요가 없으므로, 5축 가공을 이용하여 임펠러를 제작하는 작업이 더욱 용이하게 수행될 수 있는 이점이 있다.

[0044] 이와 같이 본 발명의 기본적인 기술적 사상의 범주 내에서, 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 있어서는 다른 많은 변형이 가능함은 물론이고, 본 발명의 권리범위는 첨부한 특허청구범위에 기초하여 해석되어야 할 것이다.

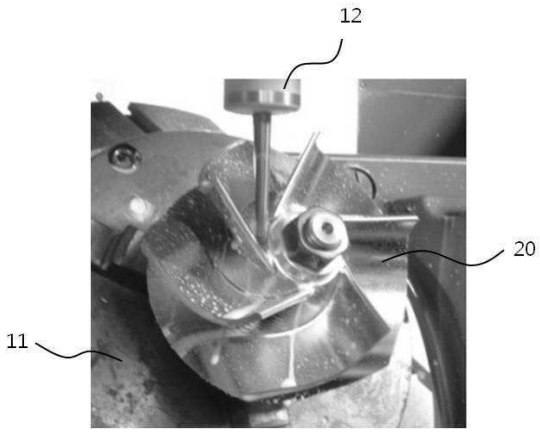
부호의 설명

[0045] 11 : 고정대 12 : 절삭공구

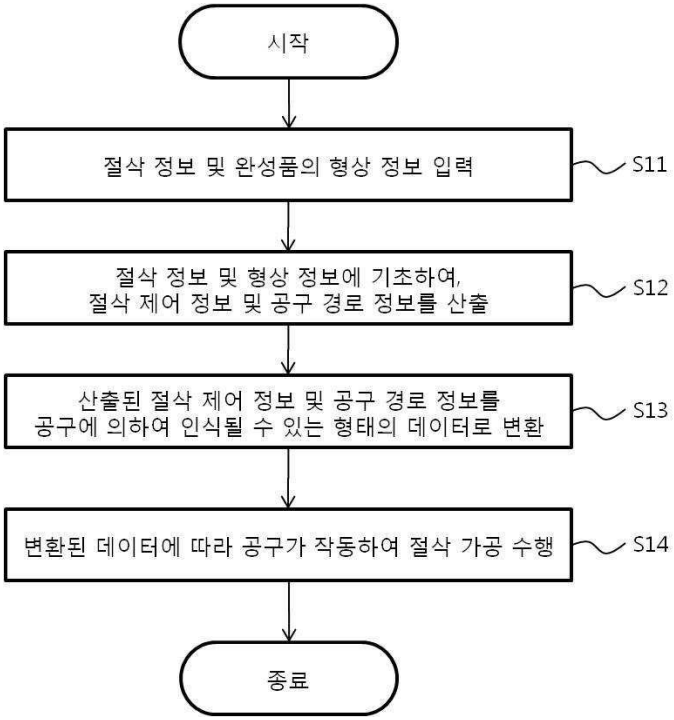
20 : 가공물

도면

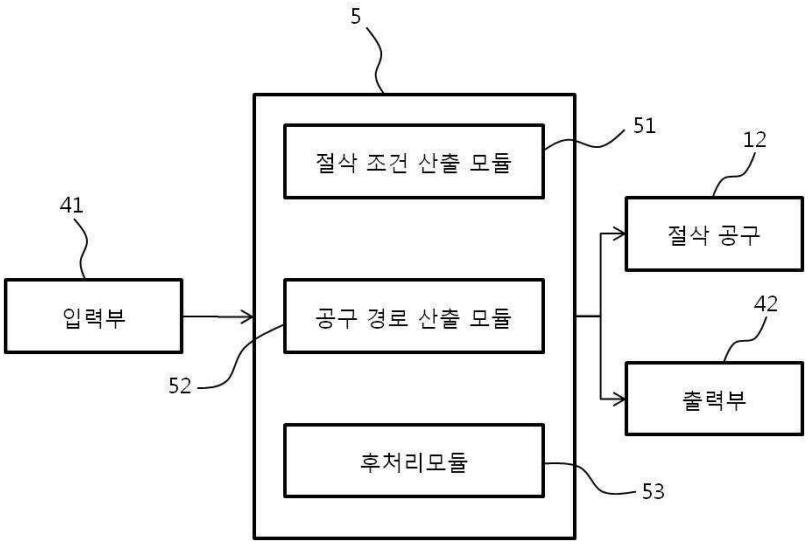
도면1



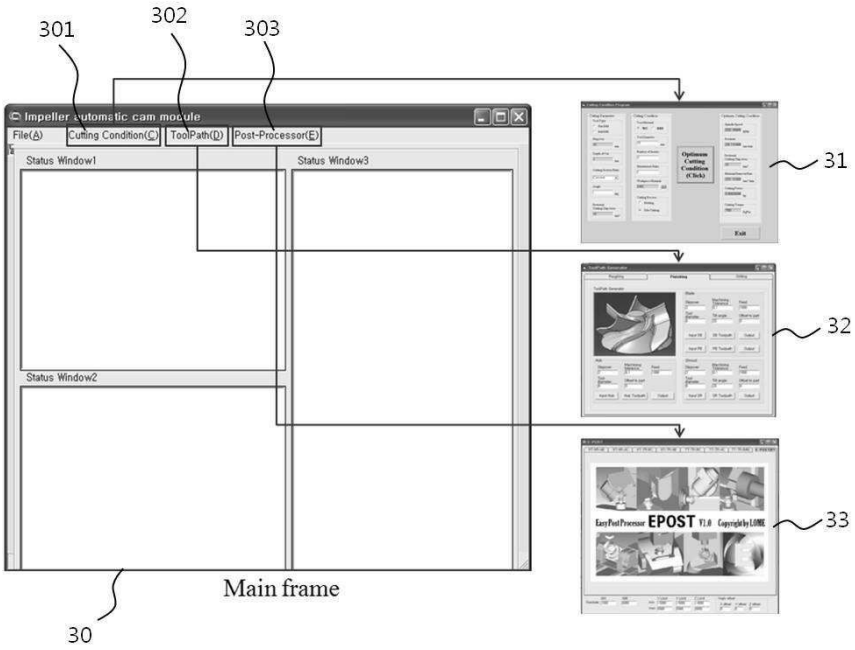
도면2


시작
절삭 정보 및 완성품의 형상 정보 입력
S11
절삭 정보 및 형상 정보에 기초하여,
절삭 제어 정보 및 공구 경로 정보를 산출
S12
산출된 절삭 제어 정보 및 공구 경로 정보를
공구에 의하여 인식될 수 있는 형태의 데이터로 변환
S13
변환된 데이터에 따라 공구가 작동하여 절삭 가공 수행
S14
종료

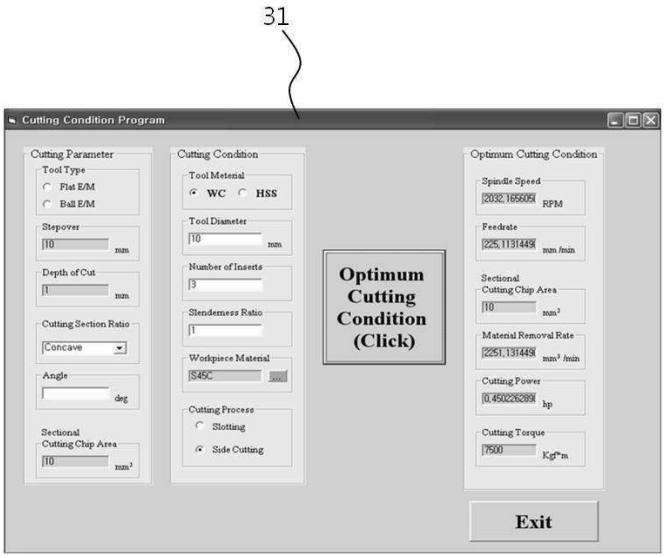
도면3


5
절삭 조건 산출 모듈
51
12
절삭 공구
41
입력부
공구 경로 산출 모듈
42
52
출력부
후처리모듈
53

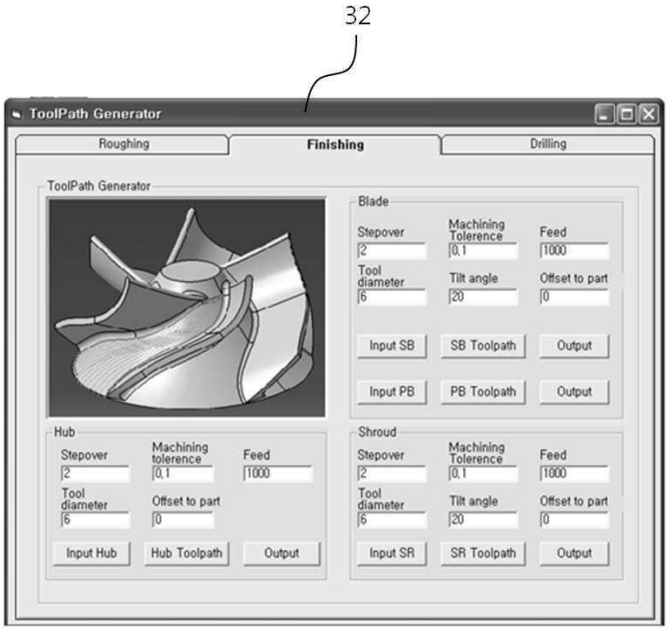
도면4


301
302
303
Impeller automatic cam module
File(A)
Cutting Condition(C)
ToolPath(D)
Post-Processor(E)
Status Window1
Status Window3
Status Window2
Main frame
30
31
32
33
EPOST

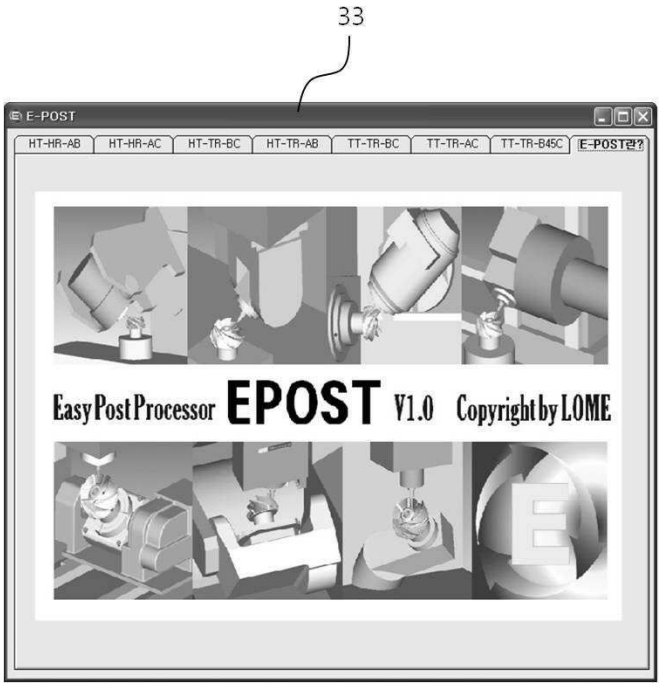
도면5


31
Cutting Condition Program
Cutting Parameter
Tool Type
Flat E/M
Ball E/M
Stepover
mm
Depth of Cut
mm
Cutting Section Ratio
Concave
Angle
deg
Sectional Cutting Chip Area
Cutting Condition
Tool Meterial
WC
HSS
Tool Diameter
Number of Inserts
Slenderness Ratio
Workpiece Material
S45C
Cutting Process
Slotting
Side Cutting
Optimum Cutting Condition (Click)
Optimum Cutting Condition
Spindle Speed
RPM
Feedrate
Sectional Cutting Chip Area
Material Removal Rate
Cutting Power
Cutting Torque
Kgf*m
Exit

도면6


32
ToolPath Generator
Roughing
Finishing
Drilling
ToolPath Generator
Blade
Stepover
Machining Tolerence
Feed
Tool diameter
Tilt angle
Offset to part
Input SB
SB Toolpath
Output
Input PB
PB Toolpath
Output
Hub
Stepover
Machining tolerence
Feed
Tool diameter
Offset to part
Input Hub
Hub Toolpath
Output
Shroud
Stepover
Machining Tolerence
Feed
Tool diameter
Tilt angle
Offset to part
Input SR
SR Toolpath
Output

도면7


33
E-POST
HT-HR-AB
HT-HR-AC
HT-TR-BC
HT-TR-AB
TT-TR-BC
TT-TR-AC
TT-TR-B45C
E-POST란?
Easy Post Processor EPOST V1.0 Copyright by LOME