

(19)대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. <i>B21D 28/28</i> (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2006년03월14일 10-0558797 2006년03월02일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자	10-2003-0069405 2003년10월07일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2004-0031657 2004년04월13일
------------------------	--------------------------------	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장      10/266,021      2002년10월07일      미국(US)

(73) 특허권자      유나이티드 테크놀로지스 코포레이션  
미국 코네티컷주 06101 하트포드 원 피넬 플라자

(72) 발명자      껍만알란비.  
미국06107코네티컷주웨스트하트포드필그림로드58

바일레트베르나드디.  
미국06084코네티컷주톨랜드박스터스트리트224

(74) 대리인      주성민  
안국찬

심사관 : 강경택

(54) 제트 엔진용 터빈 디스크 내에 축방향 블레이드 슬롯을기계가공하기 위한 공정

요약

본 발명은 제트 엔진에서 사용된 터빈 디스크에서 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정에 관한 것이다. 본 발명의 공정은 넓게는 터빈 디스크를 제공하는 단계, 터빈 디스크에서 복수개의 접합된 직사각형 영역을 갖는 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계 및 다듬질가공된 슬롯에 거친가공된 슬롯을 기계가공하는 단계를 포함한다.

대표도

도 2a

색인어

거친가공된 슬롯, 다듬질가공된 슬롯, 터빈 디스크, 직사각형 영역, 기계가공

명세서

도면의 간단한 설명

도1은 블레이드 보유 슬롯을 도시하는 터빈 디스크 일부분의 개략도.

도2a는 터빈 디스크에서 슬롯을 거친가공하기 위한 공구의 개략도.

도2b는 도2a의 시스템을 사용하여 제조된 거친가공된 슬롯의 도면.

도3a는 본 발명의 공정에서 사용될 수 있는 두 패스 다듬질가공된 공정 단계의 개략도.

도3b는 본 발명의 공정에서 사용될 수 있는 단일 패스 다듬질가공된 공정 단계의 개략도.

<도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>

10 : 제트 엔진

12 : 터빈 디스크

14 : 거친가공된 슬롯

16, 18, 20 : 직사각형 영역

22 : 연삭기

26 : 스피들

30 : 다듬질가공된 슬롯

34 : 중심선

36 : 쉘

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 제트 엔진용 터빈 디스크에서 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정에 관한 것이다.

보유 슬롯은 터빈 디스크의 설계 특징이다. 슬롯은 디스크의 외주연부 둘레에 터빈 블레이드를 유지 또는 보유하도록 사용된다. 항공 우주 산업에서의 현재 방식은 다듬질가공된 슬롯의 전나무(fir tree) 형태 또는 다른 적절한 형태를 갖는 최종 절삭기와 함께 브로칭 머신(broaching machine)을 사용하여 디스크 내에 이러한 슬롯을 기계가공하는 것이며, 상기 브로칭 머신은 연속적으로 커지는 절삭기를 슬롯에 걸쳐 구동하는 선형 절삭기이다. 브로칭 가공을 채용한 하나의 기술은 야드릭, 주니어(Yadzik, Jr.) 등의 미국 특허 제5,430,936호에서 도시된다. 브로칭 가공은 고가의 절삭 공구, 매우 장시간의 툴링 리드 타임(tooling lead-time), 매우 장시간의 툴링 셋업(tooling set-ups), 그리고 특수 콘크리트계 및 이를 지지하기 위한 하부구조체를 필요로 하는 매우 큰 단일 목적 기계 등의 많은 문제점을 가지고 있다.

외형 형상을 생산하기 위한 다른 방법은 쿠엔(Kuehne) 등의 미국 특허 제5,330,326호에서 도시된다. 이 방법은 적어도 하나의 외형 형성된 연삭 휠을 갖는 하나의 처킹(chucking) 위치에서 블랭크를 미리 형태 형성하여 다듬질가공 연삭하는 것을 포함한다. 블랭크는 소정의 프로파일을 대략 블랭크에 제공하기 위해 사전 형태 형성 단계 동안 적어도 하나의 외형 형성된 연삭 휠에 대해 병진되고 회전된다. 다듬질가공된 연삭 단계는 표면을 부드럽게 하고 최종 프로파일을 생산하는 사전 형태 형성 단계 후에 적어도 부분적으로 미리 성형된다. 쿠엔 등은 내부 표면이 아닌, 블레이드의 절삭부 등 외부 표면에 대해 사용될 수 있다. 따라서, 쿠엔 등의 방법은 내부 슬롯의 생성에 적용될 수 없다.

터빈 디스크 내에서 축방향 블레이드 슬롯을 형성하도록 더욱 접근할 필요가 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

따라서, 본 발명의 목적은 제트 엔진에서 사용되는 터빈 디스크에서 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위해 개선된 공정을 제공하는데 있다.

상술된 목적은 본 발명의 공정에 의해 달성된다.

본 발명에 따라, 터빈 디스크 내의 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정이 제공된다. 공정은 터빈 디스크를 제공하는 단계, 터빈 디스크에서 복수개의 접합된 직사각형 영역을 갖는 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계 및 거친가공된 슬롯을 다듬질가공된 슬롯으로 기계가공하는 단계를 포함한다.

제트 엔진용 터빈 디스크에서 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정의 다른 설명뿐만 아니라, 여기에 첨부된 다른 목적 및 이점은 다음의 상세한 설명 및 동일한 도면 부호가 동일한 요소를 나타내는 첨부된 도면에서 설명된다.

**발명의 구성 및 작용**

본 발명은 도1에서 도면 부호 10으로 표시된, 제트 엔진을 사용한 터빈 디스크(12)에서, 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하는 공정에 관한 것이다. 이러한 공정은 먼저 블랭크 터빈 디스크(12)를 제공하는 단계를 포함한다. 블랭크 터빈 디스크(12)는 니켈기 초합금, 티타늄기 초합금, 강철 또는 다른 적합한 재료로 형성될 수 있다.

이 공정에서 다음 단계는 블랭크 디스크(12)에서 연속적인 거친가공된 슬롯(14)을 형성하는 것이다. 각각의 거친가공된 슬롯(14)은 2, 3 또는 4개의 접합된 직사각형 영역 등의 복수개의 접합된 직사각형 영역을 갖는다. 도2b는 세 개의 직사각형 영역(16, 18 및 20)을 갖는 거친가공된 슬롯을 도시한다. 직사각형 영역(16, 18 및 20)은 도2a에서 도시된 바와 같이 연삭기(22) 및 스피들(26; spindle)에 연결된 초연마재 연삭 휠(24; grinding wheel)을 사용하여 형성될 수 있다. 초연마재 연삭 휠은 연삭재 재료가 다이아몬드 또는 입방정 질화 붕소(cubic boron nitride)일 때 휠의 종류이다.

도2b에서 도시된 바와 같은 거친가공된 슬롯을 형성하기 위해, 제1 두께를 갖는 제1 초연마재 연삭 휠(24)은 직사각형 영역(20)을 형성하도록 사용된다. 직사각형 영역(20)이 형성된 후, 제1 두께보다 적은 제2 두께를 갖는 제2 초연마재 연삭 휠은 스피들(26)에 연결되고 직사각형 영역(18)을 형성하게 된다. 이에 따라, 제2 두께보다 적은 제3 두께를 갖는 제3 초연마재 연삭 휠은 스피들(26)에 연결되고 직사각형 영역(16)을 형성하게 된다. 각 연삭 휠은 양호하게는 6 인치 내지 12 인치의 범위내의 직경을 갖고, 공구강으로 형성되며, 양호하게는 휠 연삭면을 형성하도록 단일 층 카본 보론 나이트리드(carbon boron nitride)를 갖는다. 카본 보론 나이트리드는 기재 공구강에 전기분해되거나 납땀될 수 있다. 각각의 거친가공된 슬롯(14)을 형성하는 동안, 오일 냉각제 등의 냉각제는 초과 가열을 감소하도록 사용될 수 있다.

거친가공된 슬롯(14)이 형성된 후, 다듬질가공된 슬롯(30)이 형성된다. 다듬질가공된 슬롯(30)은 두 개의 상이한 공정 중 하나를 사용하여 형성될 수 있다. 제1 공정에서, 다듬질가공된 슬롯(30)은 다듬질가공된 슬롯의 폭(W)보다 작은 직경 및 다듬질가공된 슬롯의 프로파일과 동일한 프로파일을 갖는 두 개의 킴(quill)을 사용하여 두 단계에서 형성된다. 이러한 공정에서, 반다듬질가공된 슬롯(32)은 제1 킴(36)을 사용하여 형성된다. 제1 킴은 거친가공된 슬롯(14)의 중심선(34)에 대해 제1 방향에서 오프셋된 후 제1 방향에 대항하는 제2 방향으로 오프셋된다. 제1 킴이 제거된 다음 제2 킴은 다듬질가공된 슬롯(30)을 형성하도록 사용된다. 제2 킴은 또한 제1 측면을 다듬질가공하도록 중심선(34)에 대해 일 방향으로 오프셋된 후 제2 측면을 다듬질가공하도록 제1 방향에 대항하는 제2 방향으로 오프셋된다. 양호하게는, 각각의 킴은 다듬질가공된 슬롯의 폭보다 0.020 내지 0.030 인치 작은범위의 직경을 갖는다. 필요에 따라, 단일 킴은 두 개의 상이한 킴 대신에 반다듬질가공되고 다듬질가공된 슬롯을 형성하도록 사용될 수 있다.

다른 또는 제2 공정에서, 다듬질가공된 슬롯(30)은 두 개의 킴을 사용하여 형성된다. 제1 킴은 다듬질가공된 슬롯(30) 보다 약간 작은 치수를 갖는다. 제2 킴은 다듬질가공된 슬롯(30)과 동일한 치수를 갖는다. 이러한 접근에서, 제1 킴은 거친가공 슬롯의 중심선(34)에 정렬되고 단일 패스에서 반다듬질가공된 슬롯을 형성하여 사용되며 제2 킴은 슬롯의 양 측면을 절삭하는 동시에 일 패스에서 다듬질가공 절삭을 형성하도록 반다듬질가공된 슬롯의 중심선과 정렬된다.

절결부를 미리 성형하도록 사용된 각각의 킴은 공구강 형태상에 탄소 질화 붕소로 전기분해되거나 납땀된 단일 층을 갖는다. 반다듬질가공된 및/또는 다듬질가공된 슬롯의 기계 가공동안, 오일 냉각제 등의 냉각제는 초과 가열을 피하도록 사용될 수 있다.

다듬질가공 쉘은 65 Ra 이하의 조도를 갖는 슬롯 벽을 형성하도록 적절한 연마재 그릿 크기 및 분배를 갖는다. 전형적으로, 반다듬질가공된 쉘은 60 내지 120의 범위의 그릿 크기를 가지는 반면, 다듬질가공된 쉘은 170 내지 340의 범위의 그릿 크기를 갖는다.

본 명세서에 개시된, 목적, 수단 및 이점을 충분히 충족하는 제트 엔진용 터빈 디스크에서 본 발명에 따라 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정은 이상에서 설명되었음이 명백하다. 본 발명이 그 특정 실시예에 관해 기재되어 있더라도, 다른 변경예, 변형 및 변화는 상술된 기술 분야에서의 당업자에게 명백할 것이다. 따라서, 첨부된 청구범위의 넓은 영역 내에 있는 변경예, 변형 및 변화를 포함하려 한다.

**발명의 효과**

본 발명의 제트 엔진용 터빈 디스크에서 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정은 터빈 디스크 내부에서 축방향 블레이드 슬롯을 형성할 수 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

엔진용 터빈 디스크에서 축방향 블레이드 슬롯을 기계가공하기 위한 공정이며,

터빈 디스크를 제공하는 단계와,

상기 터빈 디스크에서 복수개의 접합된 직사각형 영역을 갖는 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계와,

거친가공된 슬롯을 다듬질가공된 슬롯으로 기계가공하는 단계를 포함하며,

상기 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계는 적어도 하나의 초연마재 연삭휠을 사용하여 상기 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계를 포함하며,

상기 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계는 6 내지 12 인치 범위의 직경을 가지며 카본 보론 나이트리드 그릿의 단일 층을 갖는 복수 개의 연삭휠을 제공하는 단계 및 상기 접합된 직사각형 영역을 갖는 상기 거친가공된 슬롯을 형성하기 위해 상기 휠을 연속적으로 사용하는 단계를 더 포함하는 공정.

**청구항 2.**

삭제

**청구항 3.**

제1항에 있어서, 상기 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계는 적어도 두 개의 접합된 직사각형 영역을 갖는 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 4.**

제1항에 있어서, 상기 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계는 적어도 세 개의 접합된 직사각형 영역을 갖는 거친가공된 슬롯을 형성하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 5.**

삭제

**청구항 6.**

제1항에 있어서, 상기 기계가공 단계는 다듬질가공된 슬롯의 폭보다 작은 직경 및 다듬질가공된 슬롯의 프로파일과 동일한 프로파일을 갖는 킨을 제공하는 단계와, 다듬질가공된 슬롯의 제1 측면을 형성하도록 상기 거친가공된 슬롯의 중심선에 대해 제1 방향에서 킨을 오프셋하는 단계와, 다듬질가공된 슬롯의 제2 측면을 형성하도록 상기 제1 방향으로 대향된 제2 방향에서 킨을 오프셋하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 7.**

제6항에 있어서, 상기 킨 제공 단계는 다듬질가공된 슬롯의 폭보다 0.020 내지 0.030 인치 작은 범위의 직경을 갖는 킨을 제공하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 8.**

제1항에 있어서, 상기 기계가공 단계는 반다듬질가공된 슬롯을 기계가공하는 단계 및 상기 반다듬질가공된 슬롯을 상기 다듬질가공된 슬롯으로 기계가공하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 9.**

제8항에 있어서, 상기 반다듬질가공된 슬롯 기계가공 단계는 60 내지 120의 범위내의 그릿 크기를 갖는 킨을 사용하여 반다듬질가공된 슬롯을 기계가공하는 단계를 포함하고, 상기 다듬질가공된 슬롯 기계가공 단계는 170 내지 340의 범위내의 그릿 크기를 갖는 킨을 사용하여 다듬질가공된 슬롯을 기계가공하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 10.**

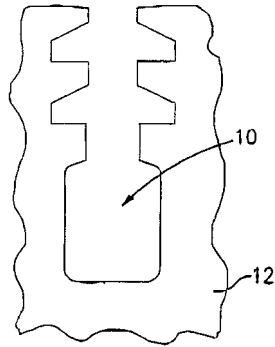
제1항에 있어서, 상기 기계가공 단계는 다듬질가공된 슬롯의 치수보다 작은 치수를 갖는 반다듬질가공된 공구를 정렬하는 단계와, 상기 반다듬질가공된 공구를 사용하여 단일 패스에서 반다듬질가공된 슬롯을 생성하는 단계와, 반다듬질가공된 슬롯의 중심선 상에 다듬질가공된 슬롯과 동일한 치수를 갖는 다듬질가공된 공구를 정렬하는 단계와, 상기 다듬질가공된 공구를 사용하여 단일 패스에서 상기 다듬질가공된 슬롯을 생성하는 단계를 포함하는 공정.

**청구항 11.**

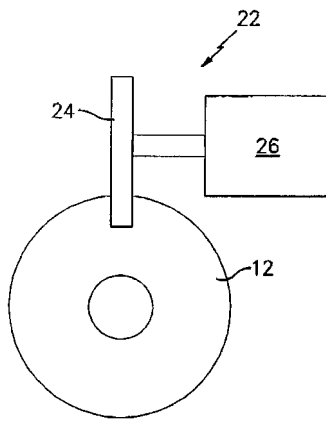
제1항에 있어서, 상기 터빈 디스크를 제공하는 단계는 니켈기 합금 및 티타늄기 합금 중 적어도 하나로 형성된 터빈 디스크를 제공하는 단계를 포함하는 공정.

도면

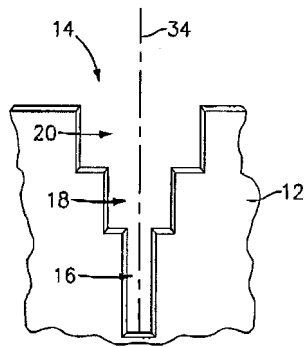
도면1



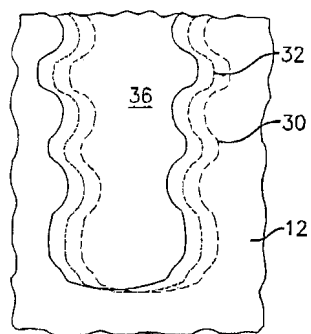
도면2a



도면2b



도면3a



도면3b

