



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년10월15일  
(11) 등록번호 10-0863846  
(24) 등록일자 2008년10월09일

(51) Int. Cl.

F01D 5/18 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2004-0031650

(22) 출원일자 2004년05월06일

심사청구일자 2007년04월27일

(65) 공개번호 10-2004-0095671

(43) 공개일자 2004년11월15일

(30) 우선권주장

10/430,326 2003년05월07일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

US 5980209 A

US 6450770 B1

US 6461109 B1

전체 청구항 수 : 총 10 항

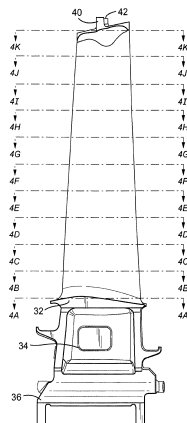
심사관 : 차영란

(54) 터빈 버킷 및 터빈

(57) 요약

제 2 단 버킷(22)은 표 1에 기재된 X, Y, Z의 직각 좌표값에 따른 에어포일 프로파일(23)을 가지며, X, Y 및 Z 값은 인치 단위로 표시되어 있다. Z는 엔진의 중심선을 관통하는 평면으로부터의 인치 단위의 수직 거리이다. X 및 Y는 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이다. Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성한다. X 및 Y 거리, 그리고 선택적으로는 Z 거리는 동일 상수 또는 수치의 함수로서 축척될 수 있어, 버킷에 대해 에어포일 섹션을 확대 또는 축소할 수 있다. X, Y 및 Z 거리에 의해 주어지는 공칭 에어포일은  $\pm 0.016$  인치의 포락선내에 놓인다.

대 표 도 - 도3



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일(23)을 구비하는 터빈 버킷(22)에 있어서,

상기 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스펙 범위에 있는 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 상기 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성하는

터빈 버킷.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

터빈의 제 2 단 부품을 형성하는

터빈 버킷.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 에어포일 형상은 임의의 에어포일 표면 위치에 수직한 방향으로  $\pm 0.016$  인치( $\pm 0.406$  mm)내에 있는 포락 선내에 놓이는

터빈 버킷.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 에어포일은 상기 에어포일의 팁에 인접한 슈라우드(38)를 포함하는

터빈 버킷.

### 청구항 5

에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일(23)을 구비하는 터빈 버킷(22)에 있어서,

상기 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스펙 범위에 있는 피복되지 않은 공칭 에어포일 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성하며, X 및 Y 거리는 확대 또는 축소된 버킷 에어포일을 제공하도록 동일한 상수의 함수로서 확대 또는 축소 가능한

터빈 버킷.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 에어포일은 상기 에어포일의 팁에 인접한 슈라우드(38)를 포함하는 터빈 버킷.

#### 청구항 9

복수의 버킷(22)을 갖는 터빈 휠을 구비하는 터빈에 있어서,

각각의 상기 버킷은 에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일(23)을 구비하고, 상기 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성하는 터빈.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 터빈 휠은 상기 터빈의 제 2 단을 포함하는

터빈.

#### 청구항 11

삭제

#### 청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 터빈 휠은 상기 터빈의 제 2 단을 포함하고, 상기 터빈 휠은 92개의 버킷을 구비하며, X는 터빈의 회전축과 평행한 거리를 나타내는

터빈.

#### 청구항 13

복수의 버킷(22)을 갖는 터빈 휠(16)을 구비하는 터빈에 있어서,

각각의 상기 버킷은 에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일(23)을 구비하고, 상기 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성하며, X 및 Y 거리는 확대 또는 축소된 버킷 에어포일을 제공하도록 동일한 상수의 함수로서 확대 또는 축소 가능한

터빈.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<18> 본 발명은 가스 터빈 단용 터빈 버킷, 특히 제 2 단 터빈 버킷 에어포일 프로파일에 관한 것이다.

<19> 터빈 버킷, 특히 그들의 에어포일의 설계 및 구조에 있어서 최적화된 공기역학적 효율, 그리고 공기역학적 및 기계적인 버킷 하중을 포함한 많은 고려 사항이 있다. 또한, 버킷 에어포일의 설계는 팁 슈라우드를 갖는 버킷

에어포일과 관련된 잠재적인 부정합 또는 결함 문제를 고려해야만 한다. 알 수 있는 바와 같이, 터빈에 있어서 특정 버킷에는 버킷 팁 슈라우드가 제공되며, 이 버킷 팁 슈라우드는 원주방향의 전연 및 후연을 따라서 원주방향으로 서로 결합한다. 일반적으로, 슈라우드는 시일을 장착하며, 이 시일은 고정 슈라우드와 협력하여 버킷 에어포일의 양 측면상의 고압 영역과 저압 영역 사이에서의 고온 가스의 바이패스를 밀봉한다. 또한 슈라우드가 길고 가느다란 버킷에 제공되어서 이 슈라우드를 서로 결합시킴으로써 버킷 에어포일에 강성을 부가한다. 그러나, 공냉식 버킷의 경우, 차등 열 팽창(differential thermal growth) 및 비틀림은 때때로 슈라우드간의 불량한 결합을 야기한다. 즉, 슈라우드의 하나의 예지는 인접한 슈라우드의 대향 예지의 반경방향 내측에 있을 수 있다. 인접한 슈라우드간에 이상적인 결합이 이루어지지 않을 경우, 과잉의 하중이 접촉 지점에 가해져 보다 큰 응력을 야기한다. 접촉이 불량하거나 또는 접촉이 최소로 된 경우, 슈라우드를 사용함으로써 높은 싸이클 피로를 회피하기 위한 진동 감쇠의 이점은 최소화되거나 상실된다. 최적의 팁 슈라우드 결합보다 열악한 결합은 팁 슈라우드의 크리프 수명(creep life)에 악영향을 미치고 부품 수명을 감소시킨다. 또한, 에어포일을 구비한 단일 버킷의 파손은 터빈 전체의 운전 정지를 야기함을 이해할 것이다. 이러한 것은 시간을 소비적이고, 터빈 사용자에게 대한 운전 정지 비용을 포함하는 고가의 수리를 필요로 한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <20> 본 발명의 바람직한 실시예에 따르면, 바람직하게는 가스 터빈의 제 2 단의 공냉식 팁 슈라우드 에어포일용의 특유한 터빈 버킷 에어포일 프로파일의 제공된다. 버킷 에어포일 프로파일은 슈라우드간의 결합을 실질적으로 개선하여 매우 향상된 부품 수명을 현저하게 증대시키고 수리 비용을 현저하게 감소시킬 수 있다. 또한, 이러한 에어포일 프로파일은 최종 에어포일에 있어서 국부적인 크리프를 감소시키고 향상된 HCF 마진(margin)을 제공한다. 버킷 에어포일 프로파일은 필요한 효율, 하중 및 팁 슈라우드 결합의 요구 조건을 만족시키도록 특유한 점의 궤적에 의해 규정된다. 이러한 특유한 점의 궤적은 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패(span) 범위에 있는 공칭 에어포일 프로파일을 규정하며 하기의 표 1의 X, Y 및 Z 직각 좌표로 표시된다. 표 1에 기재된 좌표값에 대한 점들은 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패내의 버킷 에어포일의 여러 단면에서 저온, 즉 실온 프로파일에 대한 것이다. X, Y 및 Z 좌표는 길이 차원, 예를 들면 인치 단위로 주어진다. X 및 Y 좌표값은 각각의 Z 위치에서 서로 매끄럽게 연결되어 매끄러운 연속적인 호형 에어포일 프로파일 섹션을 형성한다. Z 좌표는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 거리이다. 각각의 Z 거리에서 각기 규정된 에어포일 프로파일 섹션은 인접한 에어포일 프로파일 섹션과 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성한다.
- <21> 각각의 버킷 에어포일이 사용중 가열되는 경우, 프로파일은 응력 및 온도에 의해 변화됨을 이해할 것이다. 따라서, 저온 또는 실온 프로파일은 제조 목적을 위해 X, Y 및 Z 좌표로 주어진다. 제조된 버킷 에어포일 프로파일이 하기의 표 1에 의해 주어진 공칭 에어포일 프로파일과 상이할 수 있기 때문에, 임의의 피복 처리를 포함하여 공칭 프로파일을 따른 임의의 표면 위치에 수직인 방향으로의 공칭 프로파일로부터  $\pm 0.016$  인치의 거리가 이러한 버킷 에어포일에 대한 프로파일 포락선(envelope)을 규정한다. 이러한 설계는 기계적 및 공기역학적인 기능을 손상시키지 없이 이러한 편차에 대해 신뢰성이 있다.
- <22> 또한, 에어포일은 유사한 터빈 디자인에 도입되기 위해 기하학적으로 확대 또는 축소될 수 있음을 이해할 것이다. 따라서, 인치 단위로 하기에 주어진 공칭 에어포일 프로파일의 X 및 Y 좌표는 동일한 상수 또는 수치의 함수이다. 즉, 인치 단위의 X 및 Y, 그리고 선택적으로 Z 좌표값들은 동일한 상수 또는 수치로 곱하거나 나누어서, 에어포일 섹션 형상을 유지하면서 확대 또는 축소된 버킷 에어포일 프로파일을 제공한다.
- <23> 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 있어서, 에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일을 구비하는 터빈 버킷이 제공되며, 이 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성한다.
- <24> 본 발명에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일을 구비하는 터빈 버킷이 제공되며, 이 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 피복되지 않은 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성하고, X 및 Y 거리는 확대 또는 축소된 버킷 에어포일을 제공한다

도록 동일한 상수의 함수로서 축척 가능하다.

- <25> 본 발명에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 다수의 버킷을 갖는 터빈 휠을 구비하는 터빈이 제공되며, 각각의 버킷은 에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일을 구비하고, 이 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성한다.
- <26> 본 발명에 따른 다른 바람직한 실시예에 있어서, 다수의 버킷을 갖는 터빈 휠을 구비하는 터빈이 제공되며, 각각의 버킷은 에어포일 형상을 갖는 버킷 에어포일을 구비하고, 이 에어포일은 표 1에 기재된 X, Y 및 Z의 직각 좌표값에 따라 실질적으로 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 공칭 프로파일을 가지며, 여기서 Z는 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리이고, X 및 Y는, 매끄러운 연속적인 호로 연결되었을 때, 각각의 Z 거리에서 에어포일 프로파일 섹션을 규정하는 인치 단위의 거리이며, Z 거리에서의 프로파일 섹션들은 서로 매끄럽게 연결되어 완전한 에어포일 형상을 형성하며, X 및 Y 거리는 확대 또는 축소된 버킷 에어포일을 제공하도록 동일한 상수의 함수로서 축척 가능하다.

### 발명의 구성 및 작용

- <27> 도 1을 참조하면, 본원에 규정된 바와 같은 에어포일 프로파일(23)을 갖는 제 2 단 터빈 버킷(22)이 사용될 수 있는 터빈(10)의 일부가 도시되어 있다. 터빈(10)은 로터의 여러 단의 각각의 고정자 베인(26, 28, 30)과 관련된 버킷(20, 22, 24)을 갖는 제 1, 제 2 및 제 3 단 로터 휠(14, 16, 18)을 구비하는 로터(12)를 포함한다. 3단의 터빈이 도시되어 있음을 이해할 것이다.
- <28> 제 2 단은 로터 휠(16)을 포함하고, 이 로터 휠(16)상에는 버킷(22)이 상류측 고정자 베인(28)과 축방향으로 대향하여 장착된다. 다수의 버킷(22)이 제 2 단 휠(16) 주위에 원주방향으로 서로 이격되고, 본 실시예에 있어서 제 2 단 휠(16)상에 장착된 92개의 버킷이 존재한다.
- <29> 도 5 및 도 6을 참조하면, 제 2 단의 버킷(22)이 도시되어 있다. 각각의 버킷(22)은 플랫폼(32)상에 장착된 버킷 에어포일(30)을 구비하고, 또한 버킷은 생크(34)와 더브테일(36)을 더 구비한다. 에어포일(30)의 팁에 인접하여, 시일(40)과 커터 치형부(cutter tooth)(42)를 장착한 슈라우드(38)가 배치된다. 슈라우드(38)는 터빈의 고정형 케이싱 부품을 형성하는 고정된 슈라우드에 대해 반경방향으로 대향하여 놓인다. 터빈의 고온 가스 경로에 놓인 에어포일의 양 측면상의 고압 영역과 저압 영역 사이를 밀봉하기 위한 시일(40)이 제공된다. 각 슈라우드상의 커터 치형부(42)는 고정된 슈라우드에 보다 넓은 홈을 형성하여 약간의 누출 유동이 시일(40)을 지나도록 한다.
- <30> 도 2, 도 8 및 도 9를 참조하면, 슈라우드(38)는 인접한 슈라우드의 후연 및 전연과 각기 결합하는 원주방향의 전연 및 후연을 갖는다. 슈어우는 서로 기계적으로 연결되어 있지 않지만, 결합을 유지하는 형상으로 되어 있다. 인접한 슈라우드의 전연 및 후연은 결합이 부정합으로 될 수 있으며, 이러한 부정합 결합은 특히 부품 수명에 악영향을 미친다. 예를 들면, 슈어우는 서로에 대해 쉘글(shingle) 상태로 되는 경향을 가질 수 있다. 즉, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이, 하나의 슈어우드의 후연은 인접한 슈어우드의 전연의 위에 놓이거나 또는 아래에 놓여서, 좋지 않은 결과를 야기할 수 있다. 버킷 에어포일은 슈어우드 결합에 대해 특히 영향을 미치고, 본 발명의 에어포일 프로파일은 에어포일에 있어서의 국부적인 크리프를 감소시키고 높은 사이클 피로 마진을 증가시키며, 결과적으로 부품 수명을 향상시킨다.
- <31> 표 1에 주어진 X, Y 및 Z값의 직각 좌표계는 에어포일(30)의 프로파일을 규정한다. X, Y 및 Z 좌표에 대한 좌표값은 표 1에 인치 단위로 기재되어 있지만, 다른 치수 단위가 사용될 수도 있다. 직각 좌표계는 직교 관계의 X, Y 및 Z 축을 갖는다. Z 축은 터빈 로터의 회전축을 관통하는 평면에 수직하게 연장하고, X 및 Y 값을 포함하는 평면에 수직하게 연장한다. 표 1에서 Z에 대한 좌표값은 터빈의 회전축을 관통하는 평면으로부터 이 평면에 대해 수직인 인치 단위의 거리를 나타낸다. X 축은 터빈 로터의 중심선과 평행한 방향으로 연장되고, Y 축은 접선 방향으로 연장된다.
- <32> X, Y 평면과 직교하는 Z 방향의 소정 위치에서의 X 및 Y 좌표값을 규정함으로써, 에어포일(40)의 프로파일은 확정될 수 있다. X 및 Y 값을 매끄러운 연속적인 호로 연결시킴으로써, 각각의 Z 거리에서의 각각의 프로파일 섹션이 결정된다. Z 거리 사이에서의 여러 표면 위치의 표면 프로파일은 인접한 프로파일 섹션을 서로 매끄럽게 연결시켜 에어포일 형상을 형성함으로써 결정된다. 이러한 값은 비작동 또는 고온이 아닌 주위의 조건에서의



에어포일 프로파일을 나타내고, 피복되지 않은 에어포일을 나타낸다.

<33> 표 1의 값은 에어포일의 프로파일을 결정하기 위해 소수점 셋째 자리까지 산출하여 나타내고 있다. 에어포일의 실제 프로파일에 있어서 고려되어야 하는 통상의 제조 공차 뿐만 아니라 피복이 존재한다. 따라서, 표 1에 주어진 프로파일에 대한 값은 공칭 에어포일에 대한 것이다. 그러므로, 피복 두께를 포함한 통상의 ±제조 공차, 즉 ±값이 하기의 표 1에 주어진 X 및 Y값에 부가될 수 있음을 이해할 것이다. 따라서, 에어포일 프로파일을 따른 임의의 표면 위치에 수직한 방향으로의 ±0.016 인치의 거리는 특정한 버킷 에어포일 설계 및 터빈에 대한 에어포일 프로파일 포락선을 규정한다.

<34> 하기의 표 1에 주어진 좌표값은 에어포일 높이의 10% 내지 90% 스패 범위에 있는 바람직한 공칭 프로파일 포락선을 제공한다.

<35> [표 1]

(아래의 표에서, 1인치≒25.4 mm임)

X(10%)	Y(10%)	Z(10%)	X(20%)	Y(20%)	Z(20%)
-0.4223	0.1413	40.213	-1.456	0.6117	41.4
-0.1007	0.8256	40.213	-1.5812	0.2658	41.4
-1.6189	0.0838	40.213	-0.7133	0.3439	41.4
0.2487	0.5905	40.213	-1.4023	0.2375	41.4
-1.0913	0.1732	40.213	-1.1368	0.8641	41.4
-1.4158	0.081	40.213	-0.4471	0.975	41.4
-1.6613	0.1579	40.213	-0.3129	0.2331	41.4
-1.4392	0.5352	40.213	-0.2371	0.1983	41.4
-0.9176	0.8859	40.213	-0.5478	0.9912	41.4
-0.5872	0.1774	40.213	-0.0903	0.1193	41.4
-1.1964	0.7378	40.213	-1.5727	0.4498	41.4
-0.1837	0.0569	40.213	-0.6497	0.9968	41.4
-1.6565	0.2049	40.213	-1.2234	0.8101	41.4
-0.7135	0.9382	40.213	-0.3483	0.9493	41.4
-1.2812	0.6749	40.213	-1.5211	0.533	41.4
-1.6247	0.2939	40.213	-1.2083	0.3012	41.4
-1.0078	0.1859	40.213	-0.6309	0.3313	41.4
-0.755	0.1953	40.213	-0.1592	0.8728	41.4
-0.9238	0.1939	40.213	-1.3056	0.7495	41.4
-1.6484	0.1129	40.213	0.0171	0.7701	41.4
-1.4562	0.0703	40.213	-1.2872	0.2744	41.4
-0.2619	0.0888	40.213	-1.0457	0.3381	41.4
-1.4974	0.0637	40.213	-1.6038	0.3085	41.4
-1.2556	0.1344	40.213	-0.0193	0.0756	41.4
-1.3821	0.6072	40.213	-1.5486	0.4925	41.4
-0.6708	0.1888	40.213	-0.8797	0.3525	41.4
-0.8169	0.9174	40.213	-1.6039	0.3573	41.4
-1.5392	0.062	40.213	-0.7964	0.351	41.4
0.0809	0.7183	40.213	-0.4692	0.291	41.4
-0.5042	0.1616	40.213	-0.963	0.3483	41.4
-1.5762	0.3751	40.213	-0.8524	0.9748	41.4
-0.0317	-0.0166	40.213	-0.7517	0.9914	41.4
-0.8394	0.197	40.213	-1.592	0.4048	41.4
-1.0146	0.8445	40.213	0.1004	0.711	41.4
-1.1076	0.7948	40.213	-1.3659	0.2469	41.4
-0.3986	0.9296	40.213	-1.4396	0.2316	41.4
-1.336	0.1086	40.213	-0.5494	0.3136	41.4
-0.1967	0.8691	40.213	0.0501	0.0294	41.4
-1.6018	0.3353	40.213	0.258	0.5812	41.4
-0.6085	0.9472	40.213	-0.1629	0.1603	41.4
-1.174	0.1559	40.213	0.3326	0.5115	41.4
-0.0081	0.7749	40.213	-1.0457	0.9103	41.4
-0.5031	0.9442	40.213	0.1807	0.6479	41.4
-0.3415	0.117	40.213	-0.3902	0.2641	41.4
0.1664	0.6565	40.213	-1.1276	0.3224	41.4
-1.6437	0.2505	40.213	-0.2522	0.9148	41.4
-1.5806	0.0676	40.213	-0.0694	0.8242	41.4

<36>

0.328	0.5208	40.213	-1.5147	0.2329	41.4
-0.2962	0.9042	40.213	-1.4772	0.2296	41.4
-1.5117	0.4585	40.213	-1.3832	0.6832	41.4
-0.1069	0.0218	40.213	-1.5506	0.2441	41.4
0.6185	0.215	40.213	-0.9507	0.9475	41.4
1.8176	-1.7672	40.213	1.4833	-1.5812	41.4
0.2543	-0.1957	40.213	0.9639	-0.2882	41.4
1.3994	-1.4266	40.213	0.2496	-0.1214	41.4
0.4043	0.448	40.213	1.5292	-1.6508	41.4
0.4538	-0.3517	40.213	1.2462	-1.2383	41.4
0.9321	-0.8278	40.213	0.8906	-0.7756	41.4
0.9872	-0.8917	40.213	1.4369	-1.5119	41.4
0.8755	-0.1196	40.213	1.4189	-1.0863	41.4
1.4957	-1.5654	40.213	0.4047	0.4391	41.4
1.4703	-1.1153	40.213	0.5418	0.2879	41.4
1.2686	-0.7446	40.213	0.7827	-0.6484	41.4
1.8161	-1.8444	40.213	1.7327	-1.7285	41.4
1.5429	-1.6354	40.213	1.5566	-1.3599	41.4
1.6191	-1.3946	40.213	1.3717	-0.9957	41.4
0.9356	-0.2063	40.213	1.2752	-0.8157	41.4
1.8269	-1.806	40.213	0.6707	0.1295	41.4
0.7505	0.0505	40.213	0.851	-0.1181	41.4
1.7879	-1.8727	40.213	1.1242	-0.5493	41.4
0.5494	0.2949	40.213	0.118	-0.019	41.4
0.7609	-0.6411	40.213	1.6436	-1.8123	41.4
1.0949	-1.0218	40.213	1.1478	-1.1037	41.4
0.0421	-0.0576	40.213	1.6014	-1.4517	41.4
1.2504	-1.2218	40.213	1.5112	-1.2684	41.4
1.1075	-0.4721	40.213	1.7287	-1.7901	41.4
0.8138	-0.0339	40.213	0.6142	-0.4635	41.4
1.4207	-1.0221	40.213	1.0469	-0.9709	41.4
1.6812	-1.8477	40.213	1.6892	-1.636	41.4
0.4781	0.3726	40.213	0.9081	-0.2027	41.4
0.3222	-0.2459	40.213	0.3133	-0.1752	41.4
1.5695	-1.3016	40.213	0.9434	-0.8401	41.4
1.6353	-1.7767	40.213	1.7386	-1.7598	41.4
0.819	-0.7024	40.213	0.7924	-0.0345	41.4
1.5894	-1.7059	40.213	0.4973	-0.3447	41.4
1.0514	-0.3827	40.213	1.6455	-1.5438	41.4
0.1143	-0.1013	40.213	1.7054	-1.8119	41.4
0.1851	-0.1474	40.213	1.6202	-1.7906	41.4
0.6416	-0.5216	40.213	1.0718	-0.4616	41.4
0.9942	-0.2941	40.213	0.3758	-0.2305	41.4
1.7107	-1.8746	40.213	0.7274	-0.586	41.4
1.3708	-0.9291	40.213	0.5563	-0.4036	41.4
1.3202	-0.8366	40.213	1.3899	-1.443	41.4
0.876	-0.7646	40.213	0.7323	0.0481	41.4
1.0415	-0.9564	40.213	0.6072	0.2095	41.4
1.4478	-1.4958	40.213	1.1973	-1.1708	41.4
1.7495	-1.8837	40.213	1.3239	-0.9055	41.4

1.3008	-1.2896	40.213	1.0184	-0.3745	41.4
1.7183	-1.5809	40.213	1.6745	-1.82	41.4
1.1475	-1.0879	40.213	1.2947	-1.3061	41.4
0.3887	-0.298	40.213	0.837	-0.7117	41.4
0.5802	-0.4636	40.213	0.4371	-0.2869	41.4
0.7018	-0.5908	40.213	0.1845	-0.0694	41.4
1.2159	-0.6531	40.213	0.9955	-0.9052	41.4
1.1622	-0.5622	40.213	1.5747	-1.7207	41.4
1.5198	-1.2084	40.213	0.6713	-0.5244	41.4
0.5177	-0.407	40.213	1.3426	-1.3744	41.4
1.1993	-1.1546	40.213	0.4743	0.3645	41.4
1.3504	-1.3578	40.213	1.1754	-0.6376	41.4
0.6855	0.1335	40.213	1.0977	-1.037	41.4
1.768	-1.6741	40.213	1.2258	-0.7264	41.4
1.6687	-1.4878	40.213	1.4654	-1.1772	41.4
X(30%)	Y(30%)	Z(30%)	X(40%)	Y(40%)	Z(40%)
-1.0013	0.4872	42.597	-1.0081	1.107	43.784
-0.6898	1.071	42.597	-1.2735	0.5551	43.784
-0.7887	1.0678	42.597	-0.6281	1.1421	43.784
-1.0826	0.4754	42.597	-1.4061	0.8458	43.784
-1.3992	0.7693	42.597	-1.4354	0.5665	43.784
-0.8867	1.0537	42.597	-1.3061	0.5503	43.784
-1.3254	0.8353	42.597	-1.0378	0.6098	43.784
-1.2467	0.8953	42.597	-1.4905	0.6248	43.784
-0.9824	1.0286	42.597	-0.9152	1.1323	43.784
-1.4653	0.6958	42.597	-1.484	0.7212	43.784
-1.0748	0.9931	42.597	-1.4045	0.5555	43.784
-1.1631	0.9483	42.597	-1.4629	0.5846	43.784
-0.3056	0.9849	42.597	-1.1951	0.5743	43.784
-0.4937	1.046	42.597	-1.4369	0.8074	43.784
0.0356	0.7857	42.597	-1.372	0.5502	43.784
-0.2186	0.2908	42.597	-1.339	0.5486	43.784
-0.9194	0.4926	42.597	-1.4635	0.766	43.784
-0.2904	0.3305	42.597	-1.0974	1.0715	43.784
-0.4392	0.3996	42.597	-0.8766	0.6173	43.784
-0.7557	0.4842	42.597	-1.495	0.6734	43.784
-0.8374	0.4915	42.597	-1.338	0.9138	43.784
-0.0799	0.2029	42.597	-0.8201	1.1465	43.784
0.3987	0.4503	42.597	-1.1824	1.0265	43.784
-0.364	0.3669	42.597	-0.724	1.1497	43.784
-0.1289	0.8958	42.597	-0.9574	0.617	43.784
0.1885	0.66	42.597	-1.1173	0.5958	43.784
0.0524	0.1057	42.597	-1.2627	0.9736	43.784
-0.6747	0.4709	42.597	-0.3511	1.064	43.784
-0.5162	0.4282	42.597	-0.264	1.023	43.784
-0.0452	0.8431	42.597	0.3943	0.4685	43.784
0.1164	0.0543	42.597	-0.638	0.5788	43.784
0.1134	0.7246	42.597	0.2652	0.6112	43.784



-0.2157	0.9434	42.597	-0.561	0.5544	43.784
-0.3984	1.0195	42.597	-0.1365	0.324	43.784
-0.1484	0.2482	42.597	-0.4122	0.4916	43.784
-0.5912	1.0635	42.597	-0.7165	0.5977	43.784
0.3309	0.5226	42.597	0.1135	0.1197	43.784
-0.5947	0.4521	42.597	-0.5335	1.1246	43.784
-0.013	0.1553	42.597	0.4559	0.3945	43.784
0.2609	0.5926	42.597	0.2306	0.0085	43.784
0.5851	-0.4048	42.597	-0.4857	0.5251	43.784
1.0307	-0.4344	42.597	-0.0718	0.2757	43.784
0.7972	-0.6556	42.597	-0.3406	0.4543	43.784
0.4642	0.3762	42.597	-0.2028	0.3701	43.784
0.5279	0.3003	42.597	0.1974	0.6795	43.784
0.9278	-0.2652	42.597	-0.0208	0.8683	43.784
0.8484	-0.7197	42.597	-0.441	1.0982	43.784
0.3594	-0.1664	42.597	-0.099	0.9244	43.784
0.4742	-0.2838	42.597	0.1727	0.0647	43.784
0.6392	-0.4666	42.597	-0.0086	0.2254	43.784
0.3004	-0.1093	42.597	-0.1801	0.9762	43.784
0.5897	0.2229	42.597	0.0531	0.1733	43.784
0.179	0.0012	42.597	0.0546	0.8084	43.784
0.5301	-0.3439	42.597	-0.7961	0.6107	43.784
0.765	-0.0168	42.597	0.3308	0.5408	43.784
0.9798	-0.3495	42.597	-0.2708	0.4136	43.784
0.8747	-0.1816	42.597	0.1273	0.7454	43.784
0.7081	0.0642	42.597	0.943	-0.3205	43.784
0.8206	-0.0987	42.597	0.5576	-0.349	43.784
0.7452	-0.5919	42.597	0.8089	-0.6651	43.784
0.6927	-0.5289	42.597	0.2875	-0.049	43.784
0.2403	-0.0534	42.597	0.9054	-0.7947	43.784
0.4172	-0.2247	42.597	0.5053	-0.2874	43.784
0.6497	0.1442	42.597	0.8574	-0.7297	43.784
1.3633	-1.0423	42.597	0.6304	0.1647	43.784
1.0806	-0.52	42.597	0.5157	0.3192	43.784
1.2252	-0.7794	42.597	0.5739	0.2425	43.784
0.949	-0.8495	42.597	0.7103	-0.5371	43.784
1.1777	-0.6925	42.597	0.9915	-0.4036	43.784
1.4082	-1.1306	42.597	0.4522	-0.2266	43.784
0.9984	-0.915	42.597	0.8937	-0.2379	43.784
1.2719	-0.8667	42.597	0.66	-0.4739	43.784
0.899	-0.7843	42.597	0.8434	-0.1559	43.784
1.1296	-0.606	42.597	0.7599	-0.6009	43.784
1.3179	-0.9543	42.597	0.3982	-0.1665	43.784
-1.3517	0.4021	42.597	0.7919	-0.0745	43.784
-1.5514	0.5122	42.597	1.039	-0.4873	43.784
-1.5115	0.4229	42.597	0.3434	-0.1073	43.784
-1.5215	0.6098	42.597	0.6856	0.0859	43.784
-1.3845	0.3981	42.597	0.7394	0.0061	43.784
-1.544	0.4618	42.597	0.6092	-0.4112	43.784
-1.4822	0.4078	42.597	1.6024	-1.6639	43.784

-1.1627	0.4575	42.597	1.1319	-0.6559	43.784
-1.4174	0.3972	42.597	1.3625	-1.4604	43.784
-1.4503	0.3998	42.597	1.0464	-0.9916	43.784
-1.241	0.4329	42.597	0.9999	-0.9257	43.784
-1.4955	0.6541	42.597	1.3534	-1.0829	43.784
-1.5412	0.5624	42.597	1.0926	-1.0579	43.784
-1.3195	0.4089	42.597	1.2289	-1.2582	43.784
1.3763	-1.4521	42.597	1.1774	-0.7407	43.784
1.5401	-1.3967	42.597	1.1839	-1.1912	43.784
1.0957	-1.0473	42.597	1.0859	-0.5714	43.784
1.1909	-1.1811	42.597	1.2221	-0.8259	43.784
1.5114	-1.658	42.597	1.5791	-1.686	43.784
1.6414	-1.7484	42.597	1.3962	-1.1691	43.784
1.4526	-1.2191	42.597	1.2738	-1.3254	43.784
1.4217	-1.5205	42.597	0.9529	-0.86	43.784
1.6685	-1.6646	42.597	1.31	-0.997	43.784
1.4966	-1.3078	42.597	1.517	-1.6861	43.784
1.2844	-1.3161	42.597	1.2664	-0.9113	43.784
1.6647	-1.7265	42.597	1.548	-1.694	43.784
1.1435	-1.1141	42.597	1.4064	-1.5282	43.784
X(30%)	Y(30%)	Z(30%)	X(40%)	Y(40%)	Z(40%)
1.2378	-1.2484	42.597	1.45	-1.5962	43.784
1.5832	-1.4859	42.597	1.6061	-1.602	43.784
1.3306	-1.3839	42.597	1.4809	-1.3419	43.784
1.4667	-1.5892	42.597	1.6122	-1.6335	43.784
1.6258	-1.5753	42.597	1.4388	-1.2554	43.784
1.556	-1.7269	42.597	1.5645	-1.5153	43.784
1.6105	-1.7565	42.597	1.5229	-1.4285	43.784
1.5795	-1.7487	42.597	1.4936	-1.6642	43.784
1.6745	-1.696	42.597	1.3183	-1.3928	43.784
1.0472	-0.981	42.597	1.1384	-1.1244	43.784
X(50%)	Y(50%)	Z(50%)	X(60%)	Y(60%)	Z(60%)
-1.3858	0.7184	44.971	-0.9511	0.8607	46.169
-0.6795	0.7035	44.971	-1.336	0.8755	46.169
-1.4254	0.873	44.971	-0.7951	0.8471	46.169
-0.9148	0.7384	44.971	-1.3642	1.0304	46.169
-0.4764	1.1821	44.971	-0.7188	0.8294	46.169
-0.9942	0.7357	44.971	-1.3586	0.8979	46.169
-1.073	0.7259	44.971	-1.3111	1.1064	46.169
-1.2732	1.0513	44.971	-0.4192	1.2364	46.169
-0.6585	1.2239	44.971	-0.6441	0.8056	46.169
-0.7518	1.2304	44.971	-1.2165	0.8362	46.169
-1.2933	0.6926	44.971	-0.9529	1.2977	46.169
-0.9376	1.2109	44.971	-0.8728	0.8577	46.169
-1.1138	1.1487	44.971	-0.7722	1.3172	46.169
-1.1504	0.7078	44.971	-1.2774	1.1385	46.169
-1.0274	1.1848	44.971	-1.0294	0.8559	46.169
-1.1957	1.1039	44.971	-1.3406	1.0705	46.169

-1.3758	0.9544	44.971	-1.3779	0.986	46.169
-1.3566	0.7049	44.971	-1.1066	0.8428	46.169
-1.4375	0.8269	44.971	-0.6813	1.3109	46.169
-1.2609	0.6917	44.971	-1.2791	0.8476	46.169
-0.8453	1.2261	44.971	-1.3089	0.859	46.169
-1.2287	0.6939	44.971	-0.5917	1.2946	46.169
-0.7568	0.7218	44.971	-0.3372	1.1967	46.169
-0.8354	0.7336	44.971	-0.5041	1.2695	46.169
-1.3438	0.9899	44.971	-1.1846	0.8354	46.169
-1.4037	0.9155	44.971	-1.3781	0.9398	46.169
-1.3252	0.6968	44.971	-1.2039	1.1922	46.169
-1.4349	0.7794	44.971	-1.1241	1.2363	46.169
-1.4111	0.7385	44.971	-1.2481	0.8402	46.169
-0.5664	1.2075	44.971	-0.5714	0.7762	46.169
-0.0057	0.2949	44.971	-0.8631	1.313	46.169
0.2207	0.0716	44.971	-1.0403	1.2719	46.169
0.2707	0.6357	44.971	-0.1778	0.5215	46.169
-0.2228	1.0629	44.971	0.1054	0.2507	46.169
0.3319	0.5649	44.971	-0.1823	1.1009	46.169
-0.4579	0.6164	44.971	-0.5009	0.7422	46.169
-0.1443	1.0119	44.971	0.2105	0.1343	46.169
0.3913	0.4926	44.971	-0.039	0.9884	46.169
0.1657	0.1291	44.971	-0.3014	0.6179	46.169
0.0042	0.8981	44.971	0.0938	0.8635	46.169
-0.6038	0.6794	44.971	-0.1093	1.0464	46.169
-0.5298	0.6501	44.971	0.3335	0.5892	46.169
-0.1266	0.398	44.971	0.3614	-0.0461	46.169
-0.389	1.1489	44.971	-0.3659	0.6624	46.169
-0.2537	0.4934	44.971	0.3889	0.5168	46.169
-0.3044	1.1088	44.971	0.5464	0.2934	46.169
0.0743	0.8362	44.971	-0.0605	0.4174	46.169
-0.1893	0.4469	44.971	0.1584	0.193	46.169
0.3274	-0.0461	44.971	0.0512	0.3074	46.169
0.1098	0.1856	44.971	0.1567	0.7976	46.169
-0.3199	0.5375	44.971	0.2764	0.6602	46.169
0.505	0.344	44.971	0.0286	0.9273	46.169
-0.0687	0.9569	44.971	-0.2582	1.1513	46.169
0.2075	0.7047	44.971	0.4952	0.3688	46.169
0.2745	0.0131	44.971	0.2615	0.0749	46.169
0.1421	0.7716	44.971	-0.4324	0.704	46.169
-0.3879	0.5786	44.971	-0.004	0.363	46.169
0.0527	0.2409	44.971	-0.1184	0.4702	46.169
-0.0654	0.3473	44.971	0.2175	0.7298	46.169
0.6287	-0.4159	44.971	0.3119	0.0147	46.169
0.8136	-0.1251	44.971	-0.2387	0.5708	46.169
1.0437	-0.5324	44.971	0.997	-0.9405	46.169
0.9992	-0.4501	44.971	0.5526	-0.2946	46.169
0.954	-0.3681	44.971	0.9619	-0.4134	46.169
0.8612	-0.2055	44.971	0.5057	-0.2318	46.169
0.531	-0.2904	44.971	0.911	-0.8094	46.169

1.0877	-0.615	44.971	1.0396	-1.0062	46.169			
0.5596	0.2679	44.971	0.9541	-0.8748	46.169			
0.3795	-0.1062	44.971	0.8237	-0.679	46.169			
0.8173	-0.6718	44.971	0.7857	-0.0943	46.169			
0.4812	-0.2284	44.971	0.8752	-0.2531	46.169			
0.6766	-0.4793	44.971	1.0463	-0.575	46.169			
0.9089	-0.8018	44.971	0.7398	-0.0156	46.169			
0.724	-0.5431	44.971	1.0878	-0.6561	46.169			
0.765	-0.045	44.971	0.599	-0.3579	46.169			
0.7153	0.0343	44.971	0.8675	-0.7441	46.169			
0.6127	0.1909	44.971	0.6451	0.1402	46.169			
0.4307	-0.1671	44.971	0.8308	-0.1735	46.169			
0.9541	-0.8672	44.971	0.6448	-0.4215	46.169			
0.5802	-0.3529	44.971	1.1288	-0.7375	46.169			
0.7709	-0.6073	44.971	1.0044	-0.494	46.169			
0.908	-0.2866	44.971	0.7795	-0.6142	46.169			
0.8633	-0.7366	44.971	0.9189	-0.333	46.169			
0.6647	0.1129	44.971	0.5964	0.2171	46.169			
1.1311	-0.698	44.971	0.735	-0.5497	46.169			
1.2163	-0.8645	44.971	0.693	0.0626	46.169			
1.3898	-1.532	44.971	0.4582	-0.1694	46.169			
1.2185	-1.2641	44.971	0.6901	-0.4855	46.169			
1.3	-1.032	44.971	0.4101	-0.1075	46.169			
1.3412	-1.116	44.971	1.1695	-0.819	46.169			
1.1315	-1.131	44.971	1.3686	-1.2289	46.169			
1.0434	-0.9987	44.971	1.2496	-1.3372	46.169			
1.4232	-1.2843	44.971	1.3738	-1.537	46.169			
1.5177	-1.6215	44.971	1.428	-1.5676	46.169			
1.2617	-1.3309	44.971	1.082	-1.0722	46.169			
1.5412	-1.5995	44.971	1.3291	-1.1468	46.169			
1.4867	-1.6295	44.971	1.2498	-0.9827	46.169			
1.5043	-1.453	44.971	1.1662	-1.2045	46.169			
1.2583	-0.9482	44.971	1.2895	-1.0647	46.169			
1.1752	-1.1975	44.971	1.1242	-1.1383	46.169			
X(50%)	Y(50%)	Z(50%)	1.4865	-1.4756	46.169			
0.9989	-0.9328	44.971	1.4472	-1.3934	46.169			
1.3823	-1.2001	44.971	1.208	-1.2708	46.169			
1.5448	-1.5374	44.971	1.2098	-0.9008	46.169			
1.3473	-1.4649	44.971	1.4828	-1.5378	46.169			
1.5509	-1.569	44.971	1.4926	-1.5072	46.169			
1.4638	-1.3686	44.971	1.408	-1.3111	46.169			
1.4323	-1.5993	44.971	1.4593	-1.5598	46.169			
1.0876	-1.0648	44.971	1.397	-1.5593	46.169			
1.3046	-1.3978	44.971	1.2911	-1.4038	46.169			
1.4556	-1.6214	44.971	1.3325	-1.4704	46.169			
X(70%)	Y(70%)	Z(70%)	X(80%)	Y(80%)	Z(80%)	X(90%)	Y(90%)	(90%)
-1.0477	1.372	47.357	-1.1832	1.1642	48.544	-0.952	1.6067	49.742
-0.7861	1.4144	47.357	-1.1652	1.4146	48.544	-0.7837	1.6154	49.742

-1.3165	1.0956	47.357	-0.7164	1.0663	48.544	-1.1727	1.4036	49.742
-0.4749	0.834	47.357	-0.5352	1.4565	48.544	-0.4872	1.0457	49.742
-1.2762	1.2281	47.357	-1.2311	1.3393	48.544	-0.6185	1.5814	49.742
-0.6831	0.9369	47.357	-0.3267	0.8249	48.544	-0.3118	0.8998	49.742
-0.5258	1.3628	47.357	-0.8643	1.1068	48.544	-0.8238	1.2185	49.742
-0.2887	1.2419	47.357	-0.4562	1.4208	48.544	-0.1924	1.3136	49.742
-0.9625	1.3969	47.357	-1.0433	1.4764	48.544	-1.078	1.5637	49.742
-0.6115	0.9073	47.357	-0.3863	0.8734	48.544	-0.0725	1.1944	49.742
-0.6105	1.3892	47.357	-1.0173	1.1166	48.544	-0.6146	1.1287	49.742
-1.2435	1.2629	47.357	-1.2194	1.197	48.544	-1.0336	1.5848	49.742
-0.5421	0.8728	47.357	-0.1713	1.225	48.544	-1.1691	1.4524	49.742
-1.3169	1.1429	47.357	-1.2024	1.3805	48.544	-1.1499	1.4976	49.742
-1.296	1.0529	47.357	-0.7894	1.09	48.544	-0.2569	0.8472	49.742
-0.7569	0.9608	47.357	-1.2024	1.1793	48.544	-0.7517	1.1943	49.742
-1.1704	0.9864	47.357	-0.7876	1.5135	48.544	-1.1572	1.3571	49.742
-1.1417	0.9825	47.357	-0.6458	1.0364	48.544	-1.1097	1.3022	49.742
-0.4437	1.3287	47.357	-0.6171	1.4847	48.544	-0.2559	1.3693	49.742
-1.276	1.0319	47.357	-0.3078	1.3317	48.544	-0.4268	0.9994	49.742
-1.2261	1.0025	47.357	-0.9599	1.4994	48.544	-1.0898	1.2881	49.742
-1.1987	0.9931	47.357	-1.1622	1.1515	48.544	-0.5397	1.551	49.742
-0.9094	0.9874	47.357	-1.117	1.1325	48.544	-0.3683	0.9507	49.742
-1.1296	1.3375	47.357	-0.5114	0.9621	48.544	-1.0687	1.2759	49.742
-1.3023	1.1882	47.357	-0.7015	1.5041	48.544	-0.1313	1.2552	49.742
-1.2522	1.0153	47.357	-0.9405	1.1157	48.544	-0.5497	1.089	49.742
-0.6976	1.4068	47.357	-0.8742	1.5121	48.544	-0.8979	1.2357	49.742
-0.8325	0.9779	47.357	-0.4478	0.9192	48.544	-0.3915	1.4699	49.742
-1.0642	0.9821	47.357	-1.1228	1.4419	48.544	-1.1439	1.3367	49.742
-1.2062	1.2927	47.357	-0.5774	1.0013	48.544	-0.7001	1.6033	49.742
-0.9869	0.9889	47.357	-1.2462	1.2913	48.544	-0.6819	1.164	49.742
-0.8748	1.4112	47.357	-1.0934	1.1262	48.544	-1.0465	1.2658	49.742
-0.3647	1.288	47.357	-1.243	1.2413	48.544	-1.1279	1.3183	49.742
-0.0784	1.0784	47.357	-0.2381	1.2802	48.544	-0.8681	1.6166	49.742
-0.1458	1.1364	47.357	-1.14	1.141	48.544	-1.1178	1.5348	49.742
0.2238	0.7534	47.357	-0.3805	1.3789	48.544	-0.9733	1.2457	49.742
0.6243	0.1666	47.357	0.373	0.0127	48.544	-0.464	1.5135	49.742
-0.3469	0.7464	47.357	0.4168	-0.0503	48.544	-0.3223	1.4216	49.742
-0.1128	0.5432	47.357	-0.1582	0.668	48.544	-0.2034	0.7931	49.742
0.5782	0.2427	47.357	0.6513	0.1169	48.544	0.0452	0.5053	49.742
-0.2158	1.1912	47.357	0.5032	-0.1772	48.544	0.5946	0.2206	49.742
0.2954	0.0767	47.357	-0.1049	0.6128	48.544	0.2716	0.1997	49.742
0.3318	0.6123	47.357	0.3824	0.5618	48.544	0.7145	-0.0028	49.742
0.434	0.4669	47.357	-0.0529	0.5563	48.544	0.4254	0.5132	49.742
0.1989	0.1981	47.357	0.6086	0.1923	48.544	0.3999	0.0109	49.742
0.2786	0.6834	47.357	0.1813	0.8439	48.544	0.2421	0.7973	49.742
-0.4099	0.7917	47.357	0.334	0.6337	48.544	0.5115	0.3678	49.742
-0.2267	0.6486	47.357	0.1274	0.9118	48.544	0.6351	0.1464	49.742
-0.0045	0.4322	47.357	0.4757	0.4157	48.544	0.3358	0.6566	49.742
0.1495	0.2579	47.357	0.1915	0.2604	48.544	-0.0023	0.5647	49.742
0.0992	0.3169	47.357	-0.2128	0.722	48.544	0.4688	0.4407	49.742
0.4832	0.3929	47.357	-0.0453	1.106	48.544	0.1832	0.3235	49.742



-0.0137	1.0176	47.357	-0.0021	0.4987	48.544	0.092	1.0016	49.742
0.3425	0.0151	47.357	-0.2689	0.7744	48.544	0.4832	-0.1165	49.742
0.1674	0.822	47.357	0.2378	0.1992	48.544	0.2895	0.7273	49.742
0.389	-0.047	47.357	0.2835	0.1374	48.544	0.0389	1.0673	49.742
0.3836	0.54	47.357	-0.107	1.1668	48.544	0.4417	-0.0527	49.742
0.4349	-0.1095	47.357	0.0476	0.4403	48.544	0.3149	0.1371	49.742
0.2476	0.1377	47.357	0.4296	0.489	48.544	0.1934	0.8663	49.742
0.0488	0.9545	47.357	0.4602	-0.1137	48.544	0.092	0.4453	49.742
0.1091	0.8891	47.357	0.0965	0.3809	48.544	-0.0509	0.6233	49.742
0.5312	0.3181	47.357	0.5651	0.2673	48.544	-0.1514	0.7376	49.742
-0.169	0.5967	47.357	0.0717	0.9783	48.544	0.2276	0.2617	49.742
0.0478	0.375	47.357	0.5209	0.3418	48.544	-0.1006	0.6809	49.742
-0.2859	0.6986	47.357	0.0142	1.0431	48.544	0.5648	-0.2448	49.742
-0.0581	0.4884	47.357	0.2336	0.7749	48.544	0.1434	0.9345	49.742
0.9251	-0.3778	47.357	0.3285	0.0753	48.544	0.6751	0.0719	49.742
0.7426	-0.5566	47.357	0.2845	0.7048	48.544	0.5534	0.2943	49.742
0.8002	-0.1422	47.357	0.1444	0.321	48.544	0.138	0.3847	49.742
0.884	-0.299	47.357	0.9334	-0.4201	48.544	0.3811	0.5852	49.742
0.6695	0.0901	47.357	0.5878	-0.3054	48.544	-0.0158	1.1317	49.742
0.7137	0.0131	47.357	1.0331	-1.0228	48.544	0.5242	-0.1806	49.742
0.6132	-0.3632	47.357	0.6711	-0.4344	48.544	0.3577	0.0742	49.742
0.8272	-0.6866	47.357	1.112	-1.1547	48.544	0.7639	-0.569	49.742
0.9932	-0.9487	47.357	0.6933	0.0411	48.544	1.3017	-1.2208	49.742
0.9107	-0.8174	47.357	1.0725	-1.0887	48.544	1.1491	-1.2251	49.742
0.6998	-0.492	47.357	0.9936	-0.9571	48.544	0.9784	-0.5322	49.742
0.8424	-0.2205	47.357	0.834	-0.6947	48.544	0.9417	-0.4562	49.742
1.0456	-0.6156	47.357	0.753	-0.5642	48.544	1.1589	-0.9144	49.742
0.4803	-0.1724	47.357	0.7121	-0.4992	48.544	1.1873	-1.2909	49.742
0.9657	-0.4568	47.357	1.0853	-0.7316	48.544	1.0727	-1.0935	49.742
1.0342	-1.0145	47.357	1.1226	-0.8098	48.544	1.2303	-1.0676	49.742
0.5251	-0.2357	47.357	1.0477	-0.6536	48.544	0.9962	-0.962	49.742
1.0849	-0.6953	47.357	0.8741	-0.7602	48.544	0.803	-0.6342	49.742
1.124	-0.7751	47.357	0.9718	-0.4977	48.544	1.266	-1.1442	49.742
0.7573	-0.0644	47.357	1.01	-0.5756	48.544	1.0345	-1.0277	49.742
0.869	-0.752	47.357	0.5457	-0.2412	48.544	1.0149	-0.6085	49.742
0.6567	-0.4275	47.357	0.7936	-0.6294	48.544	1.0871	-0.7613	49.742
0.952	-0.883	47.357	0.7346	-0.0351	48.544	0.8419	-0.6997	49.742
1.1628	-0.855	47.357	0.8156	-0.1883	48.544	0.6452	-0.374	49.742
1.0058	-0.5361	47.357	0.8553	-0.2654	48.544	0.9193	-0.8307	49.742
0.785	-0.6215	47.357	0.6295	-0.3698	48.544	1.1946	-0.991	49.742
1.0751	-1.0805	47.357	0.8945	-0.3427	48.544	0.6052	-0.3093	49.742
X(70%)	Y(70%)	Z(70%)	X(80%)	Y(80%)	Z(80%)	X(90%)	Y(90%)	Z(90%)
0.5694	-0.2993	47.357	0.9141	-0.8256	48.544	1.2255	-1.3567	49.742
1.3177	-1.4775	47.357	1.1598	-0.8882	48.544	0.7533	-0.0778	49.742
1.2774	-1.4112	47.357	1.1968	-0.9665	48.544	0.7246	-0.5039	49.742
1.3922	-1.3364	47.357	0.9539	-0.8913	48.544	0.8298	-0.2286	49.742
1.4365	-1.4483	47.357	0.7754	-0.1116	48.544	1.1231	-0.8378	49.742
1.3542	-1.2561	47.357	1.3075	-1.2017	48.544	0.9578	-0.8963	49.742
1.1967	-1.2787	47.357	1.3443	-1.2802	48.544	0.8806	-0.7652	49.742
1.3407	-1.5	47.357	1.2915	-1.4414	48.544	0.9047	-0.3802	49.742

<44>

1.2779	-1.0955	47.357	1.2688	-1.4186	48.544	1.111	-1.1592	49.742
1.403	-1.5009	47.357	1.3875	-1.3901	48.544	0.7918	-0.1532	49.742
1.1157	-1.1465	47.357	1.3225	-1.4501	48.544	0.6851	-0.4369	49.742
1.2013	-0.9351	47.357	1.3775	-1.4208	48.544	1.0511	-0.6849	49.742
1.2397	-1.0153	47.357	1.3539	-1.4426	48.544	0.8675	-0.3043	49.742
1.4303	-1.4167	47.357	1.1905	-1.2866	48.544	1.3339	-1.3596	49.742
1.3161	-1.1758	47.357	1.2706	-1.1233	48.544	1.248	-1.3798	49.742
1.2372	-1.345	47.357	1.2337	-1.0449	48.544	1.3102	-1.3814	49.742
1.3718	-1.5086	47.357	1.1512	-1.2206	48.544	1.2789	-1.3887	49.742
1.1563	-1.2125	47.357	1.3811	-1.3586	48.544	1.3439	-1.3289	49.742
1.4266	-1.479	47.357	1.2296	-1.3526	48.544	1.3375	-1.2974	49.742

<45>

<46>

상기 표 1에 나타난 에어포일은 다른 유사한 터빈 설계에 사용할 수 있도록 기하학적으로 확대 또는 축소될 수 있음을 이해할 것이다. 결과적으로, 표 1에 나타난 좌표값은 에어포일 섹션 형상이 변하지 않은 상태로 유지되도록 축척될 수 있다. 표 1의 좌표의 축척된 예는 동일한 상수 또는 수치로 곱하거나 나누어진 X, Y 및 선택적으로 Z 좌표값으로 나타낼 수 있다.

<47>

본 발명은 현재 가장 실체적이고 바람직한 실시예와 관련하여 상술되었지만, 본 발명은 상술된 실시예에 한정되지 않고, 반대로 첨부된 특허청구범위의 정신 및 범위내에서 각종 변형 및 동등한 구성을 포함하도록 의도되었음을 알 수 있다.

## 발명의 효과

<48>

본 발명에 따르면, 버킷 에어포일 프로파일은 슈라우트간의 결합을 실질적으로 개선하여 매우 향상된 부품 수명을 현저하게 증대시키고 수리 비용을 현저하게 감소시킬 수 있고, 또한 이러한 에어포일 프로파일은 최종 에어

포일에 있어서 국부적인 크리프를 감소시키고 향상된 HCF 마진을 제공하며, 버킷 에어포일 프로파일은 특유한 점의 궤적에 의해 규정되어 필요한 효율, 하중 및 팁 슈라우드 결합의 요구 조건을 만족시킬 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

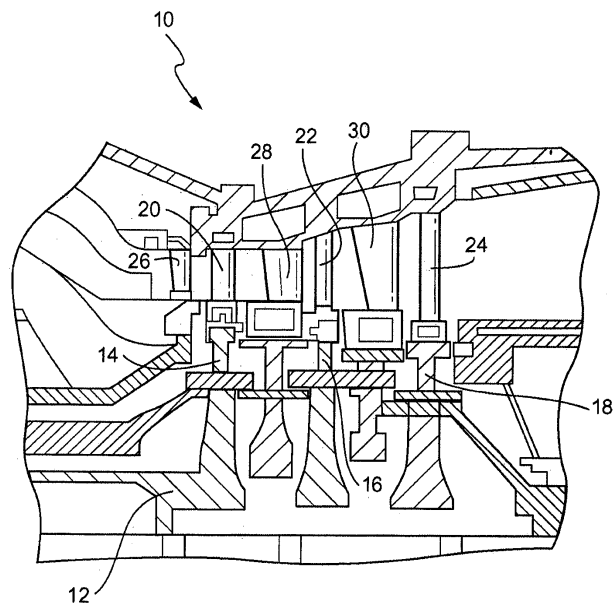
- <1> 도 1은 버킷 및 버킷 에어포일을 이용하는 제 2 단 터빈 휠을 구비하는 터빈의 일반적인 개략도,
- <2> 도 2는 반경방향 내측에서 보았을 때 버킷 에어포일에 형성된 슈라우드의 단부도,
- <3> 도 3은 버킷의 바람직한 실시예의 측면도,
- <4> 도 4a 내지 도 4k는 도 3에 다양하게 표시된 선을 따라서 취한 대표적인 단면도,
- <5> 도 5는 도 3에 도시된 것과 유사하지만 그의 배면측을 취한 버킷의 측면도,
- <6> 도 6은 터빈 휠에 있을 경우 버킷을 전연에서 보았을 때의 측방향 도면,
- <7> 도 7은 버킷의 사시도,
- <8> 도 8은 오정렬 상태에 있는 인접한 슈라우드 사이의 결합을 나타내는 사시도,
- <9> 도 9는 오결합된 슈라우드, 즉 쉐들 상태의 슈라우드(shingled shrouds)의 개략적인 도면.

### <10> 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명

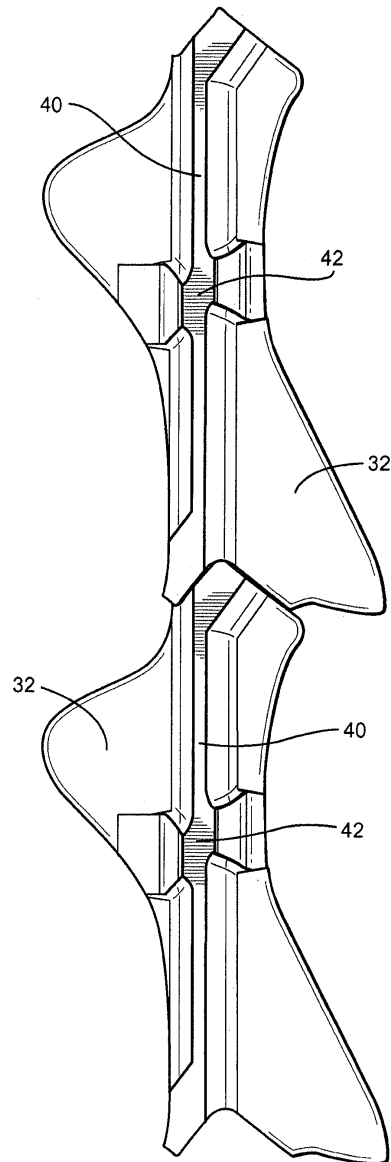
- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt;11&gt; 10 : 터빈</li> <li>&lt;12&gt; 14 : 제 1 단 로터 휠</li> <li>&lt;13&gt; 18 : 제 3 단 로터 휠</li> <li>&lt;14&gt; 23 : 에어포일 프로파일</li> <li>&lt;15&gt; 32 : 플랫폼</li> <li>&lt;16&gt; 36 : 더브테일</li> <li>&lt;17&gt; 40 : 시일</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>12 : 로터</li> <li>16 : 제 2 단 로터 휠</li> <li>20, 22, 24 : 터빈 버킷</li> <li>26, 28, 30 : 고정자 베인</li> <li>34 : 생크</li> <li>38 : 슈라우드</li> <li>42 : 커터 치형부</li> </ul> |
|--|--|

### 도면

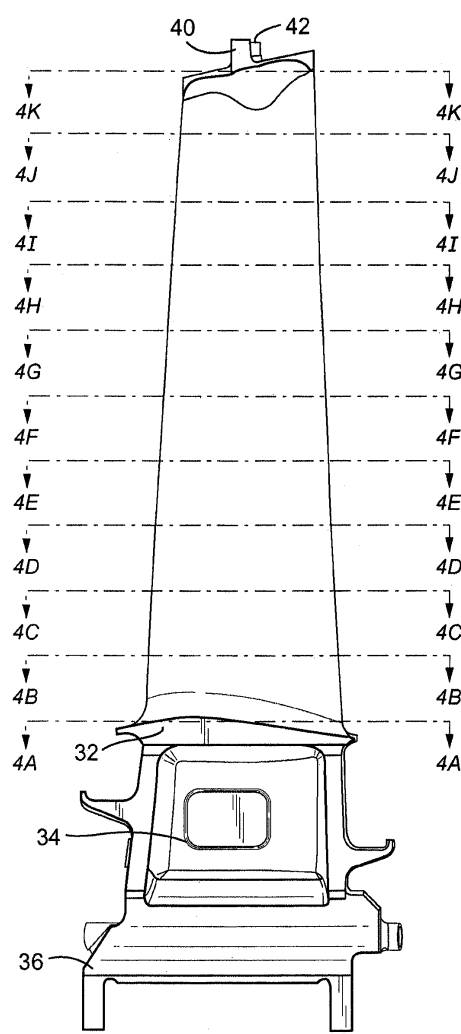
#### 도면1



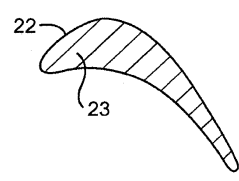
도면2



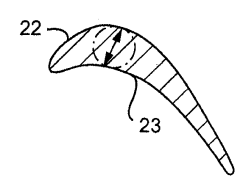
도면3



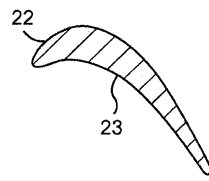
도면4a



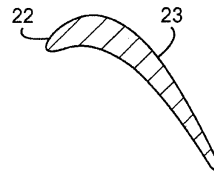
도면4b



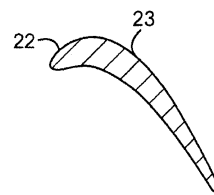
도면4c



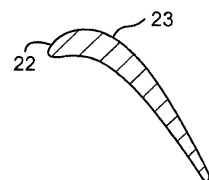
도면4d



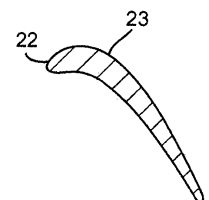
도면4e



도면4f

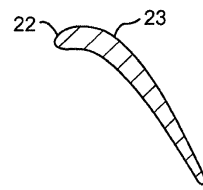


도면4g

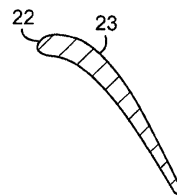




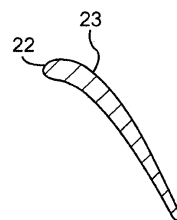
도면4h



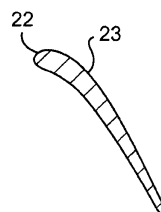
도면4i



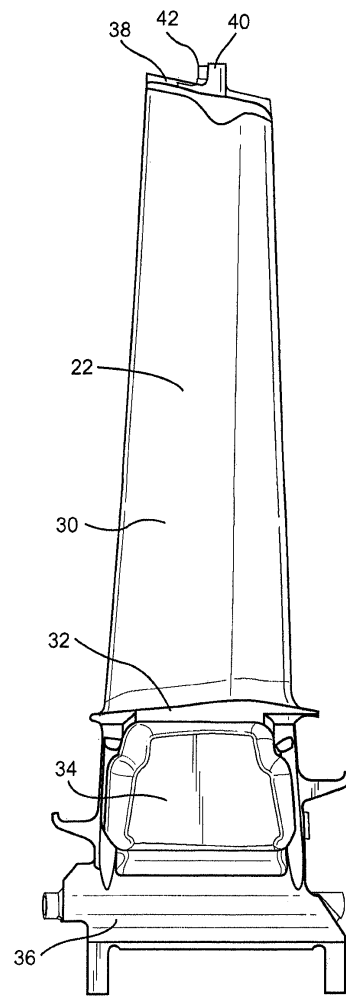
도면4j



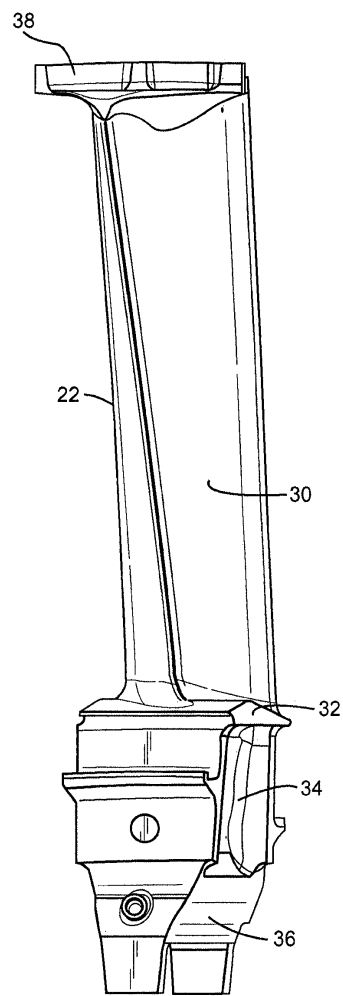
도면4k



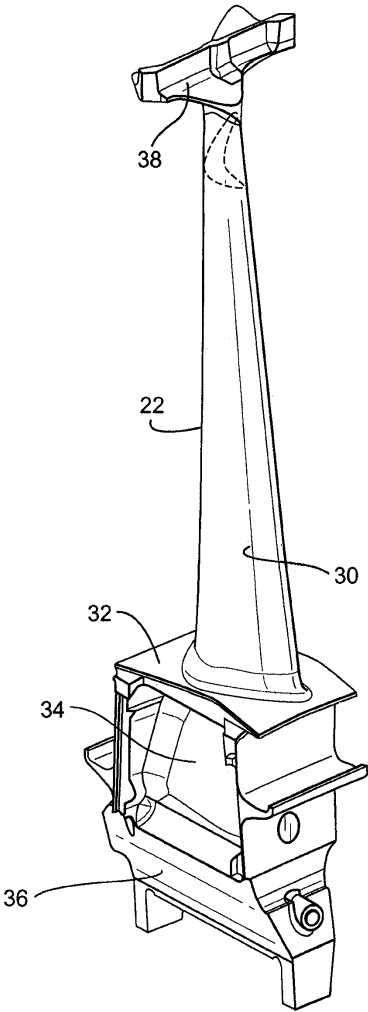
도면5



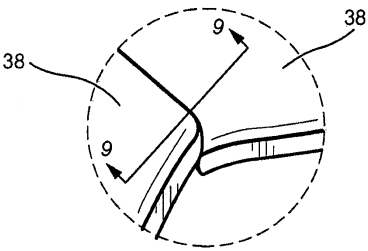
도면6



도면7



도면8



도면9

