

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁷ F16C 19/34	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2000-0062810 2000년 10월 25일
(21) 출원번호	10-2000-0011941	
(22) 출원일자	2000년 03월 10일	
(30) 우선권주장	99-63623 1999년 03월 10일 일본(JP)	
(71) 출원인	고요 세이코 가부시키가이샤 타카미츄 무토	
(72) 발명자	일본 오사카후 오사카시 주오쿠 미나미센바 3초메 5반 8고 시츠카와겐지 일본오사카후미나미카와치군타이시초가수가325-17 시바타마사미치 일본미에켄나가군아오야마초기리가오카5-290 사쿠라기마사아키 일본오사카후야오시유게초미나미2초메 143-30	
(74) 대리인	하상구, 하영욱	

심사청구 : 없음

(54) 롤러베어링 및 그 제조방법

요약

일반 NC연삭기에 의해 충분히 가공할 수 있고, 또한, 무거운 하중이나 높은 토크가 작용하는 부위에 사용하여, 탄성접촉이론에서 도출되는 이론적인 크라우닝형상으로 한 경우와 같은 수명을 얻을 수 있는 롤러베어링을 제공한다. 그것을 위한 수단으로서, 롤러 구름면 또는 내·외륜의 궤도면의 모션형상을, 모선을 복수의 영역으로 분할하여 그 각 영역마다에, 해당 영역의 경계선상에서 서로 접하는 원호를 넣고, 또한, 그 복수의 원호에 의해서, 이론적으로 도출되는 특수곡선형상을 근사하는 것에 의해, 실용적으로, 또한 이상적인 크라우닝형상을 가지는 베어링과 같은 수명을 가지는 롤러베어링을 얻는다.

대표도

도 1

명세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명이 테이퍼 롤러베어링에 적용되는 경우의 구성을 나타내는 축단면도.
 도 2는 본 발명의 실시형태의 설명에 사용되는 좌표의 설명도.
 도 3은 본 발명의 실시형태의 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모션형상형상을 설명하기 위한 그래프.
 도 4는 본 발명의 실시형태에 있어서의 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모선의 분할수를 변화시킨 경우의 내륜(1)과 테이퍼롤러(3) 사이의 접촉면압의 분포의 계산결과를 나타내는 도면.

(도면의 주요부분에 대한 부호의 설명)

- (1) …… 내륜
- (1a) …… 내륜의 궤도면
- (2) …… 외륜
- (2a) …… 외륜의 궤도면
- (3) …… 테이퍼롤러
- (3a) …… 구름면
- (4) …… 케이지

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 전동체로서 원통롤러 또는 테이퍼롤러를 이용하는 베어링에 관한 것이다. 더 구체적으로는, 무거운 하중이나 높은 모멘트부하가 작용하는 부위에 적합하게 이용되는 롤러베어링에 관한 것이다.

원통롤러 베어링이나 테이퍼롤러 베어링에 있어서 롤러 구름면 및 내·외륜의 궤도면에 크라운링(crowning) 가공을 실시하는 것에 의해서, 부하시에 롤러 구름면의 양끝부와 궤도면 사이에 작용하는 에지부하를 줄일 수 있다.

크라운링가공은 롤러 구름면 또는 내·외륜 궤도면(raceway surface)의 모선에 적용되어, 중앙부의 외경 길이에 비해서 끝부측의 외경길이가 근소하게 작게 되도록 하는 가공이고, 그 크라운링형상(모선방향으로의 프로파일선형상)으로서, 종래에 사다리꼴형이나 단순한 원호 등이 실용화되어 있다.

그래서, 베어링에 작용하는 하중 또는 모멘트가 과도하게 큰 경우에는 롤러와 궤도면 사이의 접촉면적이 높아지게 되어 내부응력이 크게 되기 때문에, 상기한 바와같은 사다리꼴형이나 단순한 원호형상의 크라운링형상에서는 에지부하를 효과적으로 줄이는 것이 불가능하고, 베어링수명이 단축되어 버린다.

이와같은 무거운 하중이나 높은 모멘트부하가 작용하는 베어링에 대해서는, 탄성접촉이론에 기초하여 대수곡선형상의 크라운링을 채용하는 방법이 있다. 그 하나로서, 하기의 룬드베르그(Lundberg)식에 근거한 크라운링형상이 알려져 있다.

$$Z_p(x) = \{ (1 - v_1^2) / E_1 + (1 - v_2^2) / E_2 \} Q_d \times \log \{ 1 - (2x / l_a)^2 \}^{-1} / (\pi \cdot l_a) \dots(1)$$

이 식에 있어서, $Z_p(x)$ 는 롤러의 구름면과 내륜 또는 외륜의 궤도면을 무부하조건에서 서로 접촉시킨 상태에서의, 공통의 모선방향(x방향) 각 위치에서 베어링의 반경방향(z방향)에서 롤러의 구름면과 내륜 또는 외륜의 궤도면 사이의 간격을 나타낸다. x축의 원점은 롤러의 축방향 중심에 설정된다.

여기서,

- E_1 ; 롤러의 영률, E_2 ; 내·외륜의 영률
- v_1 ; 롤러의 썸아송비, v_2 ; 내·외륜의 썸아송비
- Q_d ; 전동체의 하중, l_a ; 롤러의 프로파일선 유효길이

이다.

또한, 이 룬드베르그식은 무한한 넓이의 판과 롤러의 사이에서 접촉응력을 균일화하기 위한 이론식이고, 롤러베어링과 같이 유효길이의 궤도면과 롤러가 접촉하는 경우에는 그대로 적용할 수 없다. 본 발명자들의 연구에 의해, 상기 룬드베르그식 $Z_p(x)$ 에 양의 정수 k를 곱한 식으로, 즉,

$$Z(x) = kZ_p(x) \dots(2)$$

로 표시되는 간격을 롤러 구름면과 궤도면의 사이에 설치하는 것이 바람직하고 또한, 그 k의 값은 1.5~10의 범위로 하는 것이 더욱 바람직한 것으로 판명되어 있고, 이미 제안되어 있다.

그러므로, 상기한 바와같은 탄성접촉이론에 근거한 식(1) 및 (2) 양쪽은 특수한 대수곡선이고, 이와같은 특수한 곡선으로 나타내어지는 간격을 롤러 구름면과 내륜 또는 외륜의 궤도면의 사이에 형성하기 위해서는, 롤러 구름면 및 궤도면의 적어도 하나가 한쪽의 모선방향 윤곽선형상(이하, 간단히 모선형상으로 부른다)을 이와같은 대수곡선에 따른 형상으로 가공할 필요가 있다.

한편, 물품의 표면에 특수한 곡선형상의 연삭면을 형성하는 데에는, 일반 NC(수직제어) 연삭기가 이용되고, 그 드레싱기구에 의해서 부싯돌표면을 원하는 곡선형상의 네거티브형상으로 드레싱하여 물품표면을 연삭하는 것이 많이 이용된다.

그래서, NC연삭기의 드레싱기구는, 통상, 직선 또는 원호형상의 자취로 작동하지 않고, 따라서, 상기 식(1) 또는 (2) 등의 대수곡선에 의해 나타내는 간격을 얻기위하여, 롤러 구름면 또는 내·외륜의 궤도면의 모선형상을 원하는 대수곡선형상으로 연삭가공하는 것은, 실용적으로는 극히 곤란하다.

발명이 이루고자하는 기술적 과제

본 발명은 상기 사정을 감안한 것으로서, 상기 식(1) 또는 (2)로 나타내어지는 탄성접촉이론에 근거하여 이론적으로 계산되는 간격에 실질적으로 대응하는 간격이, 롤러 구름면과 내·외륜 중 적어도 어느 한쪽의 궤도면과의 사이에 형성될 수 있는 크라운링형상을 가지고, 그에 의해 무거운 하중이나 높은 모멘트가 부하하여도 긴 수명을 실현할 수 있는 실용적인 롤러베어링의 제공을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

본 발명은 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 롤러베어링은 내륜과 외륜 사이에 복수의 롤러가 설치되어 있는 롤러베어링에 있어서, 롤러 구름면과 내륜 또는 외륜의 궤도면을 무부하조건에서 서로 접촉시킨 상태에서의 공통의 모선방향(x방향) 각 위치에 있어서의 베어링반경방향(z방향)으로의 간격이, 탄

성접촉이론에 근거하여 계산되는 이론값 $Z(x)$ 를 만족시키기 위하여, 상기 롤러 구름면 및 궤도면의 적어도 어느 한 쪽의 모선형상이 그 모선을 복수의 영역으로 분할하여, 그 각 영역마다에,

$$(x - a_i)^2 + (z - b_i)^2 = r_i^2 \quad (\text{여기서, } i = 1, 2, \dots, n) \dots (3)$$

으로 나타내고, 또한, 각 영역의 경계위치에서 서로 접하는 복수의 원호의 집합에 의해서, 상기 이론값 $Z(x)$ 에 근거한 형상에 가까워지는 특징을 가진다.

또한, 본 발명에 있어서는, 상기 이론값 $Z(x)$ 로서, 상기 식(2), 즉,

$$Z(x) = k \times \left\{ (1 - v_1^2) / E_1 + (1 - v_2^2) / E_2 \right\} Q_d \times \log \left\{ 1 - (2x / l_a)^2 \right\}^{-1} / (\pi \cdot l_a) \dots (2)'$$

를 적당히 사용할 수 있다.

여기서, x 축에 있어서의 원점($x=0$)은 롤러의 축방향의 중심이고, 또한,

k ; 양의 정수

E_1 ; 롤러의 영률, E_2 ; 내륜 및 외륜의 영률

v_1 ; 롤러의 뺀아송비, v_2 ; DL외륜의 뺀아송비

Q_d ; 전동체의 하중, l_a ; 롤러의 프로파일선의 유효길이

이다.

본 발명에 의하면, 롤러 구름면과 내륜 또는 외륜의 궤도면 사이의 공통 모선방향 각 위치에 있어서의 간격의 크기를, 이론적으로 구해지는 대수곡선 등의 특수곡선으로 나타내는 간격으로 하기 위하여, 롤러 구름면 및 내·외경의 궤도면의 모선형상이 그 특수곡선에 따른 특수곡선형상으로 형성되지는 않지만, 그 특수모선형상이 복수의 원호의 집합에 의해서 접근하게 된다. 그래서, 통상의 NC연삭기에 의한 실용적인 가공이 가능하여, 소기의 목적을 달성하도록 하는 것이다.

즉, 도 3에 나타난 바와같이, 롤러 구름면 또는 내·외경의 궤도면의 모선형상을, 모선방향에 복수의 영역으로 분할하여, 그 각 영역에 대해 식(3)에서 나타내는 원의 방정식을 이용하여, 이론 계산에 근거한 특수곡선형상 $A(x)$ 에 근접한다. 근접에 있어서는, 각 영역에 있어서의 각 원호가 각각에 속하는 영역의 경계선상의 특수곡선형상 $A(x)$ 의 좌표 $P_i(x_i, y_i)$ 를 통과하고, 또한, 서로 인접하는 원호에서 각 영역의 경계선에 있어서의 접하는 조건을 채용하여, 각 영역내의 원의 방정식을 확정하는 방법을 들 수 있다. 이것에 의해, 특수곡선형상 A 를 복수의 원호로 매끄럽게 접근할 수 있다.

또한, 본 발명에 있어서는, 모선의 분할선은 임의지만, 10개 이내의 분할수에서 이론형상과 같은 정도의 최대접촉면압의 값이 얻어지는 것이 확실했다.

여기서, 본 발명에 있어서는, 상기와 같은 모선형상의 가공은, 롤러 구름면만, 내륜 또는 외륜의 궤도면만, 또는 그 양쪽의 어느 것이어도 좋고, 즉, 롤러 구름면과 내륜의 궤도면 사이, 또는 롤러 구름면과 외륜의 궤도면 사이의, 모선방향 각 위치에 있어서의 간격이, 상기 식(2)에서 나타내는 간격 $Z(x)$ 등의 이론적으로 계산되는 간격으로 된다면 좋다. 이에 의해서, 이론적인 간격으로서, 예를들면 식(2) 또는 (2)'에서 나타내는 $Z(x)$ 를 채용한 경우, 예를들면, 서로 접하는 롤러 구름면과 궤도면의 한쪽의 모선형상을 예를들면, 직선으로 하고, 다른 쪽의 모선형상은 $Z(x)$ 자체로 모선형상으로 하고, 또한, 한쪽의 모선형상이 단순한 원호로 한다면, 다른 쪽의 모선형상은, $Z(x)$ 의 곡선에서 그 원호곡선을 감한 곡선으로 한다면 좋고, 또한, 양쪽의 모선형상으로서, 각각 $Z(x)/2$ 의 곡선으로 하는 등의 형상을 채용할 수 있고, 본 발명은 이들의 모두의 형태를 포함한다.

또한, 본 발명은 롤러 구름면과 내륜 궤도면 사이 및 롤러 구름면과 외륜 궤도면 사이의 어느 한 쪽, 또는 양쪽이, 상기 크라운형상에 근거한 간격으로서 형성되어 있는 구성을 포함한 것이지만, 가공비용도 포함하여, 실용적으로는, 보다 접촉압력이 높고, 베어링수명의 장애가 되기 쉬운 내륜과 각 롤러 사이에 간격을 형성하는 것만으로 베어링 수명의 향상효과를 보일 수 있다.

청구항 2에 관한 발명은, 롤러 구름면과 내륜 또는 외륜 궤도면 사이의 공통의 모선방향 각 위치에 형성하는 간격의 이론값을 식(2) 또는 (2)'에서 나타내는 값 $Z(x)$ 에 특정하는 것이고, 이 이론값 $Z(x)$ 는, 룬드베르그식에 기초하는 값 $Z_p(x)$ 에 비해서, 실제의 롤러베어링에 대해서보다 효과적인 것이 확실하고, 이 $Z_p(x)$ 의 간격을 얻기위하여 롤러와 베어링 링의 적어도 어느 하나의 모선형상을 복수의 원호에서 접근시킬 때, 롤러와 레이스웨이 사이의 접촉응력을 매우 고도로 균일화할 수 있고, 베어링의 수명을 길게 할 수 있다.

이하에 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명의 실시예를 설명한다.

도 1은 본 발명이 테이퍼 롤러베어링에 적용되는 실시예의 축방향단면도이다.

외주에 원추형면으로 이루어지는 궤도면(1a)이 형성된 내륜과, 내주에 동일하게 원추형내면으로 이루어지는 궤도면(2a)이 형성된 외륜(2)의 사이에, 외주에 원추면으로 이루어지는 구름면(3a)이 형성된 전동자재의 복수의 테이퍼롤러(3)과, 그 각 테이퍼롤러(3) 서로의 돌레방향 위치를 규정하기 위하여, 각 테이퍼롤러(3)를 수용하는 포켓(4a)이 돌레방향으로 일정한 피치에서 형성되어 있는 케이지(4)가 설치되어 있다.

그래서, 그 실시형태에 있어서는, 내륜(1)의 궤도면(1a)과, 각 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a) 사이에, 본 발명의 특징적 구성인 크라우닝가공이 실시되고 있다. 여기서, 이하의 설명에 있어서는, 도 2에 정의된 좌표를 이용하는 것으로 한다. 즉, 내륜(1)의 궤도면(1a)과 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a)의 접촉부위에 공통의 모션방향을 x방향으로 하고, 베어링의 반경방향, 또한, 크라우닝의 깊이방향을 z축으로 하며, x 축 및 z축의 원점은 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a)의 모션상의 축방향 중앙위치로 한다.

이 예에 있어서는, 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a)의 모션형상은, 예를들면 무중심연삭기를 이용하는 스루 피드(through-feed) 연삭에 의해서 용이하게 얻어지는 단순한 원호상의 크라우닝형상으로 되어 있는 한편, 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모션형상은 아래에 상술하는 바와같은 특수대수곡선A(x)를 복수의 원호에 가까운 형상으로 되어있다.

특수대수곡선A(x)은, 상기 테이퍼롤러(3)의 궤도면(3a)의 단순한 원호상의 모션형상의 곡선을 B(x)로 할 수 있고, 상기 식(2) 또는 (2)'에서 나타내어지는 대수곡선인 Z(x)를 이용하여,

$$A(x) = Z(x) - B(x) \dots (4)$$

로 나타내어진다. 따라서, 이 특수대수곡선 A(x) 자체를 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모션형상으로 한 경우에는, 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a)의 모션형상 B(x)과 협력하여, 내륜(1)의 궤도면(1a)과 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a) 사이에 형성되는 모션방향 각 위치에 있어서의 간격이, 상기 탄성접촉이론에 근거한 식(2) 또는 (2)'로 나타내어지는 이론적인 간격 Z(x)를 만족한다.

그래서, 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모션형상은, 모션방향(x축방향)의 중앙인 원점에 대하여 좌우대칭의 형상으로 된다. 그래서, 그 구체적인 형상은 도 3에 나타내는 바와같이, 궤도면(1a)을 모션방향으로 n개의 영역으로 분할하여, 그 n개의 영역에 대해, 상기한 (3)식, 즉,

$$(x - a_i)^2 + (z - b_i)^2 = r_i^2 \quad (\text{여기서, } i = 1, 2, \dots, n)$$

으로 나타내어지는 원의 방정식에 따른 형상으로 되고, 이 n개의 원호에 의해서, 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모션형상이 특수대수곡선A(x)에 거의 일치하도록 접근하게 된다.

여기서, 각 원호의 방정식에 있어서의 각 계수, a_i , b_i , r_i 는, 이하의 2개의 조건에 의해서 확정할 수 있다.

(a) 각 인접하는 원호는 대응하는 영역 사이에 경계선에서 서로 접한다.

(b) 각 원호가 해당하는 영역의 경계선 상에 있어서, 그 경계선 상의 특수대수곡선A(x)의 좌표 $P_i(x_i, y_i)$ 를 통과한다.

이상의 조건에 의해, 특수대수곡선A(x)를 복수의 원호에 의해서 매끄럽게 가까워질 수 있고, 이와같은 내륜(1)의 레이스웨이(1a)의 모션형상은 원형상의 자취를 따라 작동하는 드레싱기구를 구비한 통상의 NC 연삭기에 의해서, 용이하게 가공할 수 있다. 그래서, 이와같은 궤도면(1a)의 모션형상을 가지는 내륜(1)과, 상기 구름면(3a)의 모션형상을 가지는 테이퍼롤러(3)와의 조합에 의해, 내륜(1)의 궤도면(1a)과 테이퍼롤러(3)의 구름면(3a) 사이의 모션방향 각 위치에서의 간격이, 탄성접촉이론에 기초하여 이상적인 간격 Z(x)을 거의 만족하는 무거운 하중이나 고토크부하의 사용에 의해서도 긴 수명을 가질 수 있는 테이퍼롤러 베어링이 얻어진다.

또한, 본 발명에 의해서라면, NC연삭기에 의한 연삭가공만으로 충분히 얻어질 수 있는, 이상적인 특수대수곡선A(x)에 가까운 크라우닝형상이 얻어지지만, 연삭가공 후, 다시 연마가공을 실시하는 것에 의해, 원호의 접점을 보다 매끄럽게 해서, 거의 이론형상 A(x)와 동일한 크라우닝형상으로 할 수도 있다.

다음에, 이상의 본 발명의 실시형태에 있어서의 내륜(1)의 궤도면(1a)의 모션의 분할수 n을 다양하게 변경하여, 내륜(1)과 테이퍼롤러(3)의 접촉면 압력을 계산한 결과를 도 4에 나타낸다. 분할수 n, 즉 근사값으로 사용되는 원호수는, 당연히 더 커질수록 이상형상 A(x)에 가까운 형상을 얻을 수 있다. 그러나, 원호수를 크게 한다면 가공할 때의 데이터의 입력작업에 더 많은 손이 필요로 한다. 그래서, 실용적으로 이론형상A(x)에 거의 실질적으로 같은 접촉면압을 달성하기 위해 필요한 분할수n을 얻는 것이 상기 계산의 목적이다.

접촉면압의 계산에는 N. hdmadi 등에 의해 보고된 접촉문제해석 수단을 이용하고, 내륜(1)과 테이퍼롤러(3)의 접촉영역을 장방형(약 400개)으로 분할하고, 수치계산을 실시했다. 또한, 계산의 조건 및 구체적인 계산내용으로서, 내륜(1)과 외륜(2)을 0° 6′로 경사지게 한 상태에서, 최대의 하중이 작용하는 테이퍼롤러(3)의 내륜(1)에 대한 접촉압력의 모션방향으로의 분포를 산출했다. 도 가운데에 나타내는 그래프는, 가로축이 모션방향의 위치(x축)이고, 가로축은 접촉응력을 나타내고 있다. 또한, 도 4에는, 이상의 계산에 의해 산출된 접촉면압분포의 최대치, 즉, 최대접촉면압에 기초하여 계산한 수명비를 나타내고 있다. 이 수명비는, 베어링수명이 최대접촉면압력에 의해 거의 결정된다고 가정하여, 다음식에서 수명비 L/L_0 를 계산했다.

$$L/L_0 = (P_{\max}/P_{\max0})^{-20/3} \dots (5)$$

여기서,

$P_{\max0}$: 내륜(1)과 테이퍼롤러(3) 사이의 간격이 모션방향 각 위치에 있어서 상기한 이상적인 간격 Z(x)를 가지고 있는 경우의 최대접촉면압력의 계산치,

L_0 : 상기 이상적인 간격 Z(x)를 가지고 있는 경우의 수명,

P_{max} : 내륜(1)의 궤도면(1a)의 크라운형상을 복수의 원호에 가깝게한 경우의 최대접촉압력의 계산치,

L : 상기 근사에 의한 경우의 수명.

이 도 4의 계산결과에서 알수 있듯이, 이 예에있어서는 모선의 분할수 $n=7$ 에서 이론형상과 같은 정도의 접촉면압이 얻어지는 것이 확인되었다. 또한, 이 도 4의 계산결과에서, 각각에 반경의 다른 복수의 원호의 집합에 의해서 이론형상을 근사하여도, 인접하는 각 원호를 접선에서 접촉하는 것에 의해, 국부적으로 과도하게 큰 면압이 발생하지 않는 것도 확인되었다.

또한, 이상의 설명에 있어서, 테이퍼롤러 베어링에 대하여 본 발명을 적용한 예에 대해서 설명하였지만, 원통롤러 베어링에 대해서도 같은 방법으로 적용될 수 있다.

발명의 효과

상기한 바와같이, 본 발명에 의해서, 롤러 구름면 또는 내·외면의 궤도면의 모선형상을 복수의 원호의 집합에 의해, 탄성접촉이론에서 유도되는 대수곡선 등의 특수곡선형상에 근접하게 하는 것에서, 통상의 NC연삭기에 의해서 연삭가능으로, 충분히 실용화할 수 있고, 또한, 무거운 하중이나 고토오크가 작용하는 부위에 사용하여, 이상적인 크라운형상의 베어링과 같은 수명을 가질 수 있는 베어링을 얻게된다.

또한, 본 발명의 제조방법을 채용하면, NC연삭기에 의해서 복수의 원호의 집합에 의해서 상기 특수곡선형상에 근접시킨 후, 다시 연마가공을 실시하는 것에 의해, 모선형상을 용이하게 그 특수모선형상과 거의 동일한 것으로도 가능하게 된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

내륜과 외륜 사이에 복수의 롤러가 구비된 롤러베어링에 있어서,

롤러 구름면과 상기 내륜 또는 외륜의 궤도면을 무부하조건에서 서로 접촉시킨 상태에서, 공통 모선방향(x방향) 각 위치에서 베어링 반경방향(z방향)으로의 간격이 탄성접촉이론에 근거하여 계산되는 이론값 $Z(x)$ 를 만족시키기 위하여,

상기 롤러 구름면 및 상기 궤도면의 적어도 하나의 공통 모선방향의 윤곽선형상이, 그 모선을 복수의 영역으로 분할하고, 그 각 영역에 대해,

$$(x - a_i)^2 + (z - b_i)^2 = r_i^2 \text{ (여기서, } i = 1, 2, \dots)$$

로 표시되고, 또한, 각 상기 영역의 경계에서 서로 접하는 복수의 원호의 집합에 의해서, 상기 이론값 $Z(x)$ 에 근거한 형상에 근접되는 것을 특징으로 하는 롤러베어링.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 이론값 $Z(x)$ 가,

$$Z(x) = k \times \{ (1 - v_1^2) / E_1 + (1 - v_2^2) / E_2 \} Q_d \\ \times \log \{ 1 - (2x / l_a)^2 \}^{-1} / (\pi \cdot l_a)$$

인 것을 특징으로 하는 롤러베어링.

여기서, x축에 있어서의 원점(x=0)은 각 상기 롤러의 축방향의 중심이고, 또한,

k : 양의 정수

E_1 : 상기 롤러의 영률

E_2 : 상기 내륜 또는 외륜의 영률

v_1 : 상기 롤러의 뽀아송비

v_2 : 상기 내륜 또는 외륜의 뽀아송비

Q_d : 롤링부재의 하중

l_a : 상기 롤러의 윤곽선의 유효길이

청구항 3

내륜과 외륜 사이에 복수의 롤러가 구비된 롤러베어링에 있어서,

롤러 구름면과 상기 내륜 또는 외륜의 궤도면을 무부하조건에서 서로 접촉시킨 상태에서, 공통 모선방향(x방향) 각 위치에서 베어링 반경방향(z방향)으로의 간격이, 탄성접촉이론에 근거하여 계산되는 이론값 $Z(x)$ 를 만족하기 위하여,

상기 롤러 구름면 및 상기 궤도면의 적어도 하나의 공통 모선방향의 윤곽선형상이, 그 모선을 복수의 영

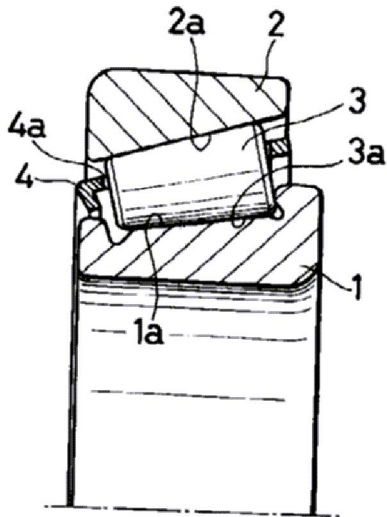
역으로 분할하고, 그 각 영역에 대해,

$$(x - a_i)^2 + (z - b_i)^2 = r_i^2 \quad (\text{여기서, } i = 1, 2, \dots)$$

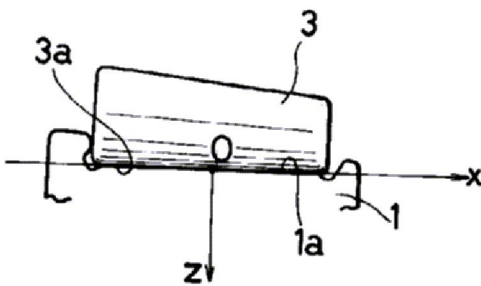
로 표시되고, 또한, 각 영역의 경계에서 서로 접하는 복수의 원호의 집합으로 구성되는 형상으로 연삭가공에 의해서 형성된 후, 다시 연마가공을 실시하는 것에 의해서, 상기 이론치 $Z(x)$ 에 근거한 형상으로 형성되는 것을 특징으로 하는 롤러베어링의 제조방법.

도면

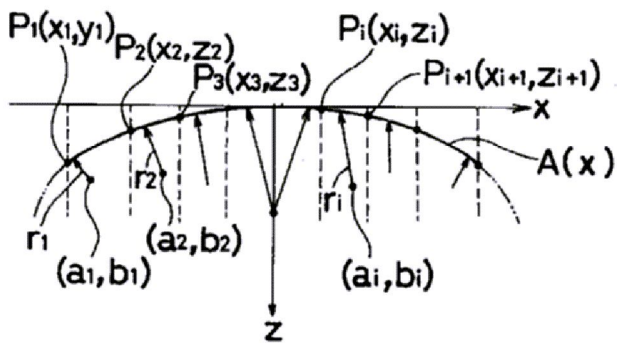
도면1



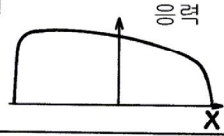
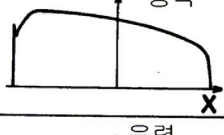
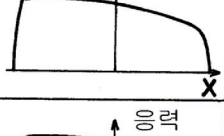
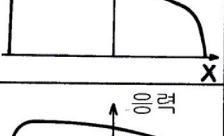
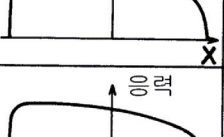
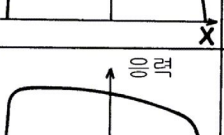
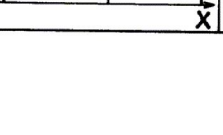
도면2



도면3



도면4

크라운형		수명비
이론적 형상		1
2호 + 작 선 (특한)		0.82
3호		0.91
4호		0.96
5호		0.98
7호		1.00
10호		1.00