



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월19일
 (11) 등록번호 10-1057887
 (24) 등록일자 2011년08월11일

(51) Int. Cl.
B21K 1/40 (2006.01) *B23P 13/02* (2006.01)
H02K 5/04 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0103830
 (22) 출원일자 2008년10월22일
 심사청구일자 2008년12월11일
 (65) 공개번호 10-2009-0041343
 (43) 공개일자 2009년04월28일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2007-275767 2007년10월23일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2001131711 A*
 JP2003285228 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
토쿠센 코교 가부시키키가이사
 일본국 효고켄 오노시 스미요시초 미나미야마 1081
니혼 덴산 가부시키키가이사
 일본국 교토후 교토시 미나미쿠 쿠제 토노시로초 338
 (72) 발명자
미야우치 도시아키
 일본 효고켄 오노시 스미요시초 미나미야마 1081
토쿠센 코교 가부시키키가이사 내
야마모토 야스오
 일본 효고켄 아사고시 산토초 야나세마치 782-16
 (74) 대리인
제일특허법인

전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 홍성철

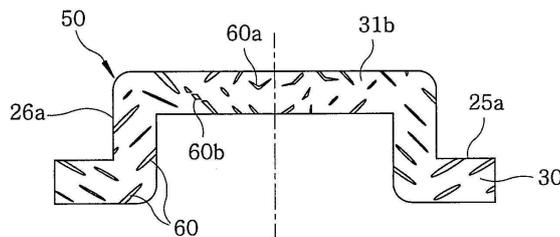
(54) 로터 허브, 스피들 모터, 하드 디스크 구동 장치 및 로터 허브의 제조 방법

(57) 요약

소성 가공과 절삭을 병용해서 제조된 스피들 모터용의 로터 허브에 있어서, 소성 가공후의 절삭성을 향상하여 생산성을 높이고 또한 개재물에 의한 오염을 방지한다.

소재로서 쾌삭 스테인리스강을 이용함으로써 절삭성을 개선한다. 소성 가공의 조건을 적절하게 선택함으로써, 가공시의 깨짐을 회피한다. 동시에, 소성가공을 이용하여, 강 중의 개재물을 적극적으로 회전, 변형, 분단한다. 또한, 상부관 부분 표면 전체에 절삭 가공을 가한다. 이들 처리에 의해, 개재물의 탈락이 잘 일어나지 않는 로터 허브가 얻어진다.

대표도 - 도2b



특허청구의 범위

청구항 1

하드 디스크 구동 장치(10)의 스핀들 모터(11)용 로터 허브(21)에 있어서,
 환상의 디스크 탑재부(30)와,
 상기 디스크 탑재부(30)의 중심축 방향 한쪽측의 면인 디스크 탑재면(25)과,
 상기 디스크 탑재면(25)의 직경방향 안쪽에 위치하는 원통형의 디스크 끼워맞춤면(26)을 갖고,
 쾌삭 스테인리스강제의 연속된 하나의 부품이며,
 상기 중심축을 따른 절단면 상에 나타나는 A계 개재물은, 소성 가공에 의해 상기 중심축 방향과는 다른 방향으로 배향되어 있고,
 상기 배향 방향은 상기 절단면 상의 장소에 따라 다르며,
 상기 디스크 끼워맞춤면(26)의 전체면에는 기계 가공이 실시되어 있는 로터 허브.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 중심축의 주위로 넓어지는 원형의 상부판(31)을 갖고,
 상기 상부판(31)의 축방향 한쪽측의 전체면에는 기계 가공이 실시되어 있는 로터 허브.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 상부판(31)의 두께가 가장 얇은 부분을 상기 중심축을 따라 절단하여 얻어지는 단면에서, 상기 단면에 나타나는 A계 개재물 중, 상기 상부판(31)의 두께 방향에서 측정된 크기가 50 μ m를 넘는 것의 분포 밀도가 1평방밀리미터당 3개 미만인 로터 허브.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 상부판(31)의 가장 얇은 부분의 두께는 0.5mm 이하인 로터 허브.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 상기 쾌삭성 스테인리스강은 중량 비율로,
 P: 0.05% 이상 0.15% 이하
 S: 0.10% 이상 0.30% 이하
 Mn: 0.15% 이상 0.30% 이하
 Cu: 0.40% 이상 1.00% 이하
 의 성분을 함유하는 페라이트계 쾌삭 스테인리스강인

로터 허브.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 중심축을 포함하는 면에서 상기 디스크 탑재부(30)를 절단하여 얻어지는 단면 중, 적어도 상기 디스크 탑재면(25)의 바로 아래에서는, A계 개재물이 연장되는 방위가 상기 중심축에 대해 이루는 편차 각도의, 각 A계 개재물의 길이에 의한 가중 평균이 20도 이상인

로터 허브.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 중심축을 포함하는 면에서 상기 디스크 탑재부(30)를 절단하여 얻어지는 단면 중, 적어도 상기 디스크 탑재면(25)의 바로 아래에서는, A계 개재물이 연장되는 방위가 상기 중심축에 대해 이루는 편차 각도의, 각 A계 개재물의 길이에 의한 가중 평균이 20도 이상인

로터 허브.

청구항 8

제 3 항에 있어서,

상기 중심축을 포함하는 면에서 상기 디스크 탑재부(30)를 절단하여 얻어지는 단면 중, 적어도 상기 디스크 탑재면(25)의 바로 아래에서는, A계 개재물이 연장되는 방위가 상기 중심축에 대해 이루는 편차 각도의, 각 A계 개재물의 길이에 의한 가중 평균이 20도 이상인

로터 허브.

청구항 9

제 6 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가중 평균의 값은 45도 이상인

로터 허브.

청구항 10

스핀들 모터(11)에 있어서,

축받이 기구(20, 22)와,

상기 축받이 기구(20, 22)에 의해 상기 중심축 주위를 회전 가능하게 지지되는 청구항 9의 로터 허브(21)와,

상기 로터 허브(21)에 고정된 로터 마그넷(24)과,

상기 로터 마그넷(24)과 간극을 사이에 두고 배치된 스테이터(23)를 갖는

스핀들 모터.

청구항 11

하드 디스크 구동 장치(10)에 있어서,

청구항 10의 스페인들 모터(11)와,

상기 스페인들 모터(11)의 상기 로터 허브(21)에 탑재된 하드 디스크(14)와,

상기 하드 디스크(14)에 대해 정보를 기록 또는 재생하는 자기 헤드(16)를 갖는

하드 디스크 구동 장치.

청구항 12

하드 디스크 구동 장치(10)의 스핀들 모터(11)용 로터 허브(21)의 제조 방법에 있어서,
 쾌삭 스테인리스강의 봉재를 준비하는 소재 준비 공정과,
 상기 봉재를 소정 길이로 절단하여 슬러그(40a)를 얻는 슬러그 준비 공정과,
 상기 슬러그(40a)를 소성 가공하여 디스크 탑재부(30), 및 상기 디스크 탑재부(30)의 직경방향 안쪽에 위치하는 원통형의 면(26)을 형성하는 소성 가공 공정과,
 상기 디스크 탑재부(30)의 환상 디스크 탑재면(25)의 전체면에 기계 가공을 가하는 디스크 탑재면 가공 공정을 포함하고,
 상기 소성 가공 공정에서, 상기 디스크 탑재부(30)의 중심축을 따른 절단면 상에 나타나는 A계 개재물의 배향 방향은, 상기 중심축 방향과는 다른 방향으로 제어되는
 로터 허브의 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
 상기 소성 가공 공정에서는, 상기 디스크 탑재부(30)의 중심축의 주위로 넓어지는 원형의 상부판(31)도 형성되고,
 상기 소성 가공 공정에서는, 상기 상부판(31)에 대해 업셋팅 가공이 실시되며,
 상기 상부판(31)의 축방향 한쪽측의 전체면에 기계 가공을 가하는 상부판 가공 공정을 포함하고,
 상기 업셋팅 가공에서의 업셋팅률은 상기 상부판(31)의 어느 부위에서도 70%를 넘는 일은 없으며, 또한 적어도 일부에서는 30% 이상인
 로터 허브의 제조 방법.

청구항 14

제 12 항에 있어서,
 상기 쾌삭 스테인리스강의 봉재는, 이것을 세로로 나누어 절단하여 얻어지는 절단면에서, 길이 100 μ m 이상의 A계 개재물이 상기 절단면 1평방밀리미터당 1개 이상 분포되어 있는
 로터 허브의 제조 방법.

청구항 15

제 12 항에 있어서,
 상기 디스크 탑재면 가공 공정에 앞서, 상기 디스크 탑재부(30)를 재결정 온도 이상으로 가열하여 소둔(燒鈍)을 실시하는 소둔 공정을 포함하는
 로터 허브의 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,
 상기 쾌삭 스테인리스강은 페라이트계 쾌삭 스테인리스강이고,
 상기 소둔 공정에서의 가열 온도는 섭씨 700도 이상 830도 이하인
 로터 허브의 제조 방법.

청구항 17

제 12 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 원통형의 면(26)의 전체면에 기계 가공을 가하여 디스크 끼워맞춤면(26)을 형성하는 디스크 끼워맞춤면 가공 공정을 더 포함하는

로터 허브의 제조 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 하드 디스크 구동 장치에 이용되는 스핀들 모터에 관한 것으로서, 특히 스핀들 모터의 중요부품인 로터 허브에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 하드 디스크 구동 장치는 원래, 컴퓨터의 기억 장치로서 개발된 장치이다. 그러나, 근래에는 컴퓨터에 머무르지 않고, 비디오 레코더, 휴대용 음악기기, 캠코더 등의 가전제품에도 널리 탑재되도록 되고 있다.

[0003] 이 용도의 확대를 지지하고 있는 것이 기억 용량의 증대와 저가격화이다. 하드 디스크의 기억 용량은 과거 10년 동안에 100배나 증대하는 한편, 가격은 계속해서 저하하고 있다. 방대한 정보를 저렴하게 기록할 수 있는 장치에 대한 수요는 강하며, 앞으로도 이 경향은 계속될 것으로 예상되고 있다. 이러한 중에서, 하드 디스크 구동 장치를 구성하는 각 부품에 대해서는 고정밀도화와 저가격화가 동시에 요구되고 있다. 본 발명의 대상인 로터 허브도 이 트렌드의 예외는 아니다.

[0004] 도 11에 나타내는 하드 디스크 구동 장치(10)에는 스핀들 모터라 불리는 전용의 특수한 모터가 사용되고 있다. 스핀들 모터(11)는 하드 디스크 구동 장치(10)에 있어서 하드 디스크(14)를 회전시키는 역할을 한다. 하드 디스크(14)에는 극히 고밀도로, 바꿔 말하면 매우 미세한 간격으로 정보가 기록되기 때문에, 스핀들 모터(11)는 이 하드 디스크(14)를 가능한 한 진동시키지 않고 회전시킬 수 있어야 한다. 따라서, 스핀들 모터(11)의 구성도 특수하다. 일 예를 들면, 회전축을 지지하는 축받이에는 유체 동압 축받이라 불리는 특수한 초고정밀도의 축받이가 채용되어 있다. 그러나, 축받이가 아무리 고정밀도이어도, 그것만으로는 하드 디스크(14)를 안정하게 지지할 수는 없다.

[0005] 하드 디스크를 안정하게 지지하기 위해 중요한 역할을 하는 것이 로터 허브(21)이다. 도 12에, 도 11중의 스핀들 모터(11) 부분을 확대한 도면을 나타낸다. 로터 허브(21)는 샤프트(20)와 슬리브(22)로 이루어지는 축받이기구에 지지되어 회전 부분을 구성하며, 이 로터 허브(21)에 하드 디스크(14)가 장착된다. 하드 디스크(14)는 로터 허브(21)의 디스크 탑재면(25)의 위에 놓여져, 스페이서(27)와 함께 클램프(28)에 의해서 로터 허브(21)에 고정된다. 따라서, 로터 허브(21)에 약간이나마 편심이나 왜곡이 있으면, 그것은 직접적으로 디스크의 진동으로 되어 나타난다. 특히, 디스크 탑재면(25)의 가공 정밀도가 중요하다. 따라서, 스핀들 모터용의 로터 허브에는 최고의 가공 정밀도가 요구되고 있다. 그래서, 높은 가공 정밀도가 얻어지는 절삭 가공 등의 기계 가공을 이용하여 로터 허브는 제조되어 왔다.

[0006] 그러나, 절삭 가공은 고비용이다. 하드 디스크 구동 장치가 더욱 저렴하게 되고, 세계에서 한층 널리 사용되어 가기 위해서는 로터 허브 제조의 비용 저감은 빠뜨릴 수 없다. 그러한 비용 저감의 고안으로서, 일본국 특허공개공보 제2003-285228호 및, 일본국 특허공개공보 제2005-205499호의 방법이 있다. 냉간 단조<鍛造> 등의 소성 가공에서 대략적인 형상을 형성한 후에, 절삭 가공 혹은 연마 가공에 의해서 마무리한다. 소성 가공을 병용함으로써, 절삭량을 줄일 수 있다. 그리고, 동시에 절삭 가공의 고정밀도를 향수할 수 있었다.

[0007] 상술한 종래의 2가지의 방법에서는 절삭량은 삭감할 수 있지만, 단조후의 절삭 가공이 용이하지는 않다. 특히, 디스크 탑재면의 정밀도 확보가 곤란하였다.

[0008] 본 발명자들은 절삭을 용이하게 하기 위해, 절삭에 적합한 쾌삭<快削> 스테인리스강을 소재로 하는 것을 시도하였다. 그러나, 상기 2가지의 방법에 단순히 쾌삭 스테인리스강을 이용하면, 단조시에 깨짐이 생기는 경우가 많다. 또한, 소성 가공을 이용하여 제조하는 것에 의해, 쾌삭성 스테인리스강에 포함되어 있는 개재물이 탈락을

일으키기 쉽다는 것이 염려된다. 탈락한 개재물은 하드 디스크에 부착된다. 하드 디스크의 표면은 청정하게 유지되는 것이 요구되고 있으며, 이러한 개재물의 부착은 허용되는 것은 아니다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0009] 본 발명은 상기의 문제를 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 그 주된 목적은 저렴하고 고정밀도로 가공된 로터 허브를 제공하는 것에 있다.

과제 해결수단

[0010] 본 발명은 소성 가공과 절삭을 병용해서 제조된 스핀들 모터용의 로터 허브에 있어서, 소재로서, 황화물 입자를 다수 함유시킴으로써 절삭성을 높인 쾌삭 스테인리스강을 이용하고, 또한 단조 등의 소성 가공을 이용하여, 강 <鋼> 중 개재물의 치수나 배향 방향을 제어하는 것에 특징이 있다. 또한, 단조에 의해서 얻어진 중간 부재에 대해서는 상부판 부분의 대략 전체면에 기계 가공을 실행하여, 표층 부분을 제거한다.

효과

[0011] 상부판 부분에서는 개재물은 비스듬히 기울거나, 혹은 찌부러져 짧게 되어, 상부판 부분으로부터의 개재물의 탈락이 억제된다. 또한, 상부판에 매우 얇은 부분을 마련해도, 그 부분을 개재물이 관통해 버리는 것을 막을 수 있다. 또한, 표층 부분을 제거하는 것에 의해, 개재물의 탈락은 한층 억제된다. 이러한 로터 허브를 얻기 위해, 소성 가공시에 특히 상부판 부분에 업셋팅<upsetting> 가공을 실행하고, 또한 업셋팅률을 30%이상 70%이하로 한다. 이렇게 함으로써, 소성 가공시의 깨짐을 억제하는 동시에, 상부판 부분의 개재물의 방위를 제어할 수 있다. 그 결과, 개재물의 탈락이 감소하여, 하드 디스크 표면의 오염을 막을 수 있다.

[0012] 또한, 디스크 탑재면에 있어서도, 개재물이 신장하는 방향을 탑재면에 대해 비스듬히 하는 것에 의해, 개재물의 탈락을 감소시킬 수 있다. 디스크 탑재면에는 디스크가 직접 접하기 때문에, 개재물을 45도 이상 기울이는 것에 의해, 개재물의 탈락을 확실하게 억제하는 것이 더욱 바람직하다.

[0013] 본 발명에서는 소재로서 쾌삭 스테인리스강을 이용하는 것에 의해, 단조후의 절삭 가공이 용이하다. 이것에 의해, 가공 정밀도가 향상하고, 또한 생산성은 저하하지 않는다. 통상, 단조나 프레스에 의해서 성형하는 경우, 성형성을 우선하여 쾌삭 강은 사용하지 않는다. 그러나, 본 발명은 단조후의 절삭을 주목하여 쾌삭 강을 이용하고 있다. 쾌삭 강을 이용하는 것에 의해, 단조에는 조건이 붙어, 통상보다도 작업이 어렵게 되지만, 그 후의 절삭 가공이 용이하게 되기 때문에, 전체적으로 생산성이 높아지고, 제조 비용도 저감할 수 있다.

[0014] 단조 혹은 프레스가공 후에, 재결정 온도 이상의 온도로 소둔<焼鈍>하는 것은 본 발명의 특징 중의 하나이다. 소둔하는 것에 의해 재결정이 진행하고, 소성 가공시에 생긴 잔류응력이 제거된다. 재결정은 로터 허브의 절삭성을 향상시킨다. 또한, 소둔 온도를 섭씨 700도 이상 830도 이하로 함으로써, 한층 절삭성이 높아진다.

[0015] 본 발명은 소재인 쾌삭 스테인리스강의 봉재<棒材>재질에도 주목하고 있다. 단조나 프레스 가공을 실시하는 것을 전제로 한 본 발명에 있어서는 봉재중의 개재물은 길게 신장되어 있는 것을 이용할 수 있다. 긴 개재물이 존재하고 있으면, 개재물이 상부판 부분을 관통해 버리는 경우가 있지만, 본 발명에서는 단조에 의해서 짧게 하거나 혹은 비스듬히 기울일 수 있기 때문에, 그러한 염려는 없다.

[0016] 이러한 개재물이 길게 신장한 쾌삭 스테인리스강의 봉재가 얻어지는 성분의 예로서, 특정 범위의 P, Mn, S, Cu를 함유한 페라이트계 쾌삭 스테인리스강이 있다. 이 성분 범위로 하는 것에 의해, 길게 신장한 개재물이 형성되기 쉬워진다. 또한, 이 성분 범위의 페라이트계 쾌삭 스테인리스강은 소성 가공시에 비교적 깨짐이 잘 발생하지 않아, 단조 가공이나 프레스 가공이 용이하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0017] 1. 본 발명의 로터 허브의 특징

- [0018] 본 발명의 로터 허브의 특징을 도 1 내지 도 3b의 모식도를 이용하여, 종래 기술과 비교하면서 설명한다.
- [0019] 도 1은 페라이트계 쾌삭 스테인리스강의 봉재와, 그것을 소정의 길이로 절단하여 얻어진 원반형의 슬러그(slug)(40a)이다. 이들은 모두 봉재의 길이 방향을 따라 절단한 단면을 나타내고 있다. 다수의 선은 단면에 나타나는 개재물(60)을 나타내고 있다. 쾌삭 스테인리스강에는 이러한 길게 신장한 개재물이 다수 포함되어 있다. 절삭 가공시에는 다수의 개재물이 단락으로서 작용하여, 절삭을 용이하게 한다. 봉재는 압연될 때에 스트레칭되어 가기 때문에, 개재물도 변형되어 스트레칭되는 것이다. 이러한 스트레칭된 형상을 갖는 개재물은 A계 개재물(A type inclusions)로 부르고 있다.
- [0020] A계 개재물이라는 말은 일본공업규격의 JIS G0555에서 정의되어 있다. JIS G0555에 의하면, A계 개재물은 「비금속 개재물 중에서 점성<粘性> 변형된 것」이다. 본 명세서에 있어서도 이 정의에 따른다.
- [0021] 도 2a는 페라이트계 쾌삭 스테인리스강의 봉재를 소정의 길이로 절단해서 얻은 슬러그(slug)(40a)의 단면을 나타내는 모식도이다. 도면의 상하 방향이 봉재의 길이 방향에 대응하고 있다. 슬러그(40a)의 두께의 방향은 봉재의 길이 방향과 일치한다. 도 2b는 도 2a의 슬러그(40a)를 단조해서 얻은 중간 부재(50)이다. 도 2a의 슬러그(40a)는 이 중간 부재(50)에 방향을 대응시켜 배치되어 있다. 도 2a의 상하 방향이 슬러그(40a)의 두께 방향이며, 원래의 봉재(39)의 길이 방향에 일치한다.
- [0022] 이 중간 부재(50)에서는 로터 허브의 대략의 형상이 형성되어 있다. ‘26a’는 절삭 가공이 실시되어 디스크 끼워맞춤면으로 되는 면이며, 이 단계에서 대략 원통형으로 되어 있다. 도 2b는 이 원통형의 면의 중심축을 포함하는 면에서, 중간 부재(50)를 절단해서 얻어지는 면을 나타내고 있다. 단면상에 그려져 있는 가늘고 긴 타원형은 개재물(60)을 나타내고 있다. 중간 부재(50)에 대해서는 이 후, 절삭에 의한 마무리 가공이 실시되고, 본 발명의 로터 허브가 얻어진다.
- [0023] 또, 도 2b에서는 중심축을 포함하는 면에서 중간 부재(50)를 절단하고 있기 때문에, 중간 부재(50)를 정확히 2개로 절단한 경우의 단면으로 되어 있다. 그러나, 정확히 2개로 절단한 경우가 아니어도, 중심축을 따라 절단한 단면에서는 대략 도 2b와 마찬가지로의 개재물의 배향 상황이 관찰된다. 여기서, 중심축을 따라 절단한 단면은 중심축에 평행한 단면을 의미한다.
- [0024] 본 발명의 특징은 마무리 가공후에 디스크 탑재면(25a)이 형성되는 마무리가공전의 디스크 탑재부(30), 및 마무리 가공전의 상부판 부분(31b)에 있어서의 개재물(60)의 배열 방향에 나타나 있다. 이들 장소에 있어서는 모두 개재물이 비스듬하게 되어 있다. 이들 개재물은 원래, 슬러그(40a)의 두께 방향으로 배열되어 있던 것이지만, 단조시에 적극적으로 두께 방향으로 눌러 으갠 결과, 횡방향으로의 소성 유동이 일어나, 개재물의 방향이 회전하여 비스듬하게 된 것이다. 또한, 특히 상부판 부분에서는 대부분의 개재물은 변형되거나(60a), 혹은 분단(60b)되어 있다. 비스듬하게 되고, 분단되는 것에 의해, 두께 방향에서 측정된 개재물의 크기는 작아진다. 또한, 마무리 가공전의 디스크 끼워맞춤면(26a)에 있어서도, 중간 부재(50)의 단면에 나타나는 개재물은 크게 기울어져 있다.
- [0025] 개재물의 형상이나 배향 상황은 절삭성에 큰 영향을 준다고 고려된다. 그러나, 소성 가공을 병용하고 있지 않은 종래의 로터 허브의 제조에 비해, 공구 수명, 절삭면의 마무리는 적어도 뒤떨어져 있지는 않다.
- [0026] 도 3a 및 도 3b는 중간 부재의 다른 예를 나타내고 있다. 이 예에서는 단조시에, 상부판(31)이나 디스크 탑재부(30)에 있어서 개재물(60)의 방향을 회전시키고 있지 않기 때문에, 중간 부재(51)에 있어서도, 각 부의 표면에 대해 개재물(60)은 대략 직각으로 배열되어 있다. 단, 마무리 가공전의 디스크 끼워맞춤면(26b)에 있어서는 단조시에 드로잉가공이 가해지기 때문에, 개재물은 마무리 가공전의 디스크 끼워맞춤면(26b)에 대해 비스듬히 배향되어 있다. 후술하는 바와 같이, 비스듬히 하는 것에 의해서, 개재물(60)의 탈락이 잘 일어나지 않게 된다고 고려된다. 디스크 끼워맞춤면에는 하드 디스크의 안가장자리가 접하므로, 이 부분에서 개재물이 기울고 있는 것은 디스크 표면의 개재물 입자에 의한 오염 억제에 유효하다고 고려된다.
- [0027] 또, 상기의 설명에 이용한 도 1 내지 도 3b는 모식도이기 때문에, 도면 중의 개재물(60)의 형상이나 크기, 중간 부재(50)나 슬러그(40a)의 형상이나 크기는 엄밀한 것은 아니다.
- [0028] 2. 로터 허브의 제조 방법
- [0029] 본 발명에 관한 로터 허브의 제조 방법을 이하 설명한다.
- [0030] 소재로서, 이하의 표 1(중량%)에 나타내는 성분의 쾌삭 페라이트계 스테인리스강을 선택하였다. 우선, 소재 준

비 공정에 있어서, 이 페라이트계 쾌삭 스테인리스강의 봉재를 준비하였다.

[0031] 다음에, 슬러그 준비 공정에 있어서, 이 봉재를 압연 방향에 대해 직각으로 절단하여, 직경 24mm이고 두께 2mm의 슬러그(slug)를 얻었다. 그리고, 소성 가공 공정으로서는 냉간에서의 단조 가공이 실시되었다. 상부판 부분에 대해서는 이 단조 가공에 있어서, 소재의 압연 방향(두께와 동일한 방향)으로 50%의 업셋팅 가공이 실행되어, 도 4a에 나타내는 중간 부재(50)를 얻었다. 또, 소성 가공 공정에 있어서 단조 가공 이외에, 프레스 가공 등의 다른 소성 가공 방법을 이용할 수도 있다. 또한, 상부판 부분에는 업셋팅 가공이 필요하지만, 다른 부위에 있어서는 드로잉 가공을 실행해도 좋다.

[0032] (표 1)

(단위: 중량%)

[0033]

[0034]

C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Cu
0.02	0.29	0.23	0.089	0.191	18.51	0.03	0.12	0.83

[0035] (잔부는 철 및 불가피적 불순물)

[0036] 중간 부재(50)에는 소둔 공정에 있어서, 섭씨 800도에서 4시간에 걸쳐 소둔을 실시하였다. 섭씨 800도로 유지한 소둔로에 상부판과 디스크 탑재부가 형성된 중간 부재를 넣고, 전체를 소둔하는 방법이 가장 용이하다. 소둔시에는 재결정이 일어나, 단조 가공후의 잔류응력이 제거되는 동시에, 결정립의 조대화가 일어났다. 결정립의 조대화는 절삭성을 향상시킨다. 또한, 잔류응력이 제거되는 것에 의해, 제품인 로터 허브의 치수 정밀도가 향상한다. 잔류응력을 제거시키기 위해서는 강하게 소성 가공된 부위에 재결정을 일으키게 하는 것이 바람직하다. 따라서, 소둔 온도도 재결정이 일어나는 온도로 하는 것이 바람직하다. 또한, 섭씨 700도 이상에서 소둔하면 절삭성도 향상한다. 그러나, 섭씨 830도를 넘는 온도에서 소둔하면, 인성<靱性>이 증가하여 절삭 저항이 증가하기 때문에, 이 온도 이하에서의 소둔이 바람직하다.

[0037] 소둔을 끝낸 중간 부재(50)에 선반을 이용하여 절삭 가공을 가하는 것에 의해, 도 4b에 나타내는 로터 허브(21)가 얻어졌다. 절삭 가공에 있어서는 중간 부재 전체의 표면을 얇게 깎는 것에 의해, 소둔 공정에서 생긴 산화층을 제거하였다. 또한, 디스크 탑재부의 축방향 한쪽측의 면에 대해서는 특히 신중하게 절삭을 실행하여, 디스크 탑재면을 형성하였다.

[0038] 상기의 절삭 가공에는 상부판 표면에 절삭 가공을 가하는 상부판 가공 공정 및, 디스크 끼워맞춤면에 절삭 가공을 가하는 디스크 끼워맞춤면 가공 공정, 및 디스크 탑재면에 절삭 가공을 가하는 탑재면 가공 공정이 포함되어 있다. 즉, 이들 3개의 기계 가공 공정은 일련의 절삭 가공의 일부로서 실행할 수 있다.

[0039] 이 절삭 가공의 결과, 로터 허브(21)의 상부판(31)의 상측면의 전체면이 기계 가공면으로 되었다. 상부판(31)의 상측면이외에도, 상부판(31)의 하측의 면, 디스크 탑재부(30)의 표면, 디스크 끼워맞춤면(26) 및 디스크 끼워맞춤면(26)의 내측 부분 표면도 기계 가공면으로 되어 있으며, 로터 허브(21)의 전체 표면이 기계 가공면이다. 중간 부재(50) 전체의 표면을 깎는 것에 의해, 소둔 공정에서 생긴 산화층이 제거된다. 소둔을 실행하지 않은 경우에도, 중간 부재 표면의 거칠음을 제거하기 위해, 기계 가공을 가하는 것은 유효하다.

[0040] 중간 부재(50) 표면의 거친 층을 완전히 제거하기 위해서는 전체 표면에 대해 기계 가공을 가할 필요가 있다. 그러나, 거친 층의 비율을 줄이는 것을 목적으로 한 경우에는 전체 표면에 기계 가공을 가할 필요는 없다. 상부판의 상면의 경우, 면적 비율로 대략 90%의 영역에만 기계 가공을 가하여, 기계 가공에 요하는 시간을 단축해도 좋다.

[0041] 본 발명에 있어서는 쾌삭 강에 양호한 절삭성을 부여하고 있는 개재물이 크게 변형시켜져 있다. 이 때문에, 절삭성에도 영향이 나타나는 것이 염려되었다. 그러나, 상기의 절삭 가공에 있어서는 소성 변형을 가하고 있지 않은 쾌삭 강을 절삭한 경우에 비해, 절삭 저항의 증대나, 공구 수명의 저하 등의 바람직하지 않은 현상은 특별히 생기지 않았다. 따라서, 중간 부재의 절삭성은 양호하며, 디스크 탑재면의 정밀도 확보는 용이하였다. 또, 기계 가공으로서는 절삭 가공 이외에, 연삭 가공, 연마 가공을 이용할 수도 있다.

[0042] 이와 같이 하여 얻은 로터 허브를 사용하여, 도 12에 나타내는 스핀들 모터(11)를 조립하였다. 도 11은 스핀들 모터(11)를 탑재한 하드 디스크 구동 장치(10)이다.

[0043] 또, 본원에 있어서, 업셋팅률(%)은 이하의 식으로 정의되는 것이다.

- [0044] 업셋팅률(%)=(H-h)/H의 두께]×100
- [0045] 단, 소재의 두께를 H, 단조후의 중간 부재의 두께를 h로 한다.
- [0046] 즉, 업셋팅률은 소재의 두께에 대해 단조후의 부재의 두께가 어느 정도 얇아졌는지를 퍼센트로 표시한 것이다. 예를 들면, 업셋팅률이 50%일 때, 단조후의 h는 소재의 두께인 H의 2분의 1이다.
- [0047] 이 업셋팅률은 허브의 상부판으로 되는 부분에 있어서, 30% 이상을 확보할 필요가 있다. 그러나, 70%를 넘는 과잉의 업셋팅률은 바람직하지 않다. 또, 업셋팅률 30% 이상이라고 할 때, 슬러그 전체에 30% 이상의 업셋팅률이 적용되는 것은 의미하지 않는다. 슬러그의 적어도 일부가 30%의 업셋팅률이면, 그 부분에 있어서는 개재물의 탈락은 억제되고, 허브 전체로서도 탈락하는 개재물은 감소한다. 마찬가지로, 업셋팅률이 70%를 넘지 않는 것은 상부판에 있어서 가장 큰 업셋팅률로 되어 있는 부분에 있어서, 70%를 넘지 않는다고 하는 의미이다.
- [0048] 3. 소재의 성분 에 대해
- [0049] 본 발명에서 이용할 수 있는 쾌삭성 스테인리스강은 표 1의 성분의 페라이트계 쾌삭 스테인리스강에 한정되지 않는다. 소재로 되는 쾌삭 스테인리스강으로서는 각종 성분의 것이 존재한다. 그들도 본 발명에서 사용할 수 있다. 단, 표 1 이외의 성분의 쾌삭 스테인리스강을 소재로 한 경우, 단조시에 깨짐이 발생하기 쉬워지고, 단조할 수 있는 형상이나 업셋팅률에 제한이 가해지는 경우가 있기 때문에, 주의가 필요하다.
- [0050] 소재로서 페라이트형 쾌삭 스테인리스강을 선택한 경우, P, S, Mn, Cu의 성분을 소정의 범위에 넣는 것이 바람직하다. 구체적으로는 P: 0.05%이상 0.15%이하, S: 0.10%이상 0.30%이하, Mn: 0.15%이상 0.30%이하, Cu: 0.40% 이상 1.00%이하이다. 이 성분범위의 페라이트형 쾌삭 스테인리스강은 단조에 있어서 업셋팅을 실행해도, 비교적 깨짐이 잘 발생하지 않는다. 또한, 절삭성도 양호하다.
- [0051] 또, 이 성분의 페라이트계 쾌삭 스테인리스강에서는 길이 100 μ m를 넘는 긴 개재물이 강편<鋼片>의 절단면에 많이 나타난다. 이 때문에, 이 스테인리스강을 소재로 하여, 절삭만으로 제조한 로터 허브, 혹은 단조를 병용하고 있어도 단조시에 충분히 개재물을 회전시키고 있지 않은 로터 허브에서는 개재물이 상부판을 관통하거나, 혹은 다수의 개재물이 탈락한다고 하는 바람직하지 않은 현상이 일어난다. 그러나, 본 발명에 있어서는 개재물을 단조시에 변형시키고 절단하기 때문에, 상기의 문제는 생기지 않는다. 즉, 본 발명에 의하면, 종래 로터 허브의 소재로서는 사용할 수 없었던 재료를 사용할 수 있다.
- [0052] (실시예)
- [0053] 1. 본 발명의 로터 허브에 있어서의 개재물의 상황
- [0054] 도 4a 내지 도 9를 이용하여, 본 발명에 관한 중간 부재(50)와, 그 단면 각 부에 나타나는 개재물의 형상과 경사 방법의 실 예를 설명한다.
- [0055] 도 4a는 중간 부재(50) 전체의 단면형상을 나타내고 있다. 디스크 탑재부(30)의 위에는 마무리 가공후에 디스크 탑재면으로 되는 환상의 면(25a)이 형성되어 있다. 또한, 마무리 가공후에 디스크 끼워맞춤면으로 되는 원통형의 면(26a)도 형성되어 있다. 도 4a는 환상의 면(25a)의 중심축을 포함하는 면에서 중간 부재(50)를 절단하여 얻어지는 단면도이다. 도면 중, A, B, C는 각각 중간 부재의 상부판(31), 중간 부재의 디스크 끼워맞춤면(26a)의 바로 아래, 중간 부재의 디스크 탑재면(25a)의 바로 아래에 대응하는 영역을 나타내고 있으며, 대응하는 현미경 사진이 도 5a 및 5b, 도 6a 및 6b, 도 7a 및 7b에 나타내어져 있다.
- [0056] 도 4b는 중간 부재(50)에 대해 절삭 가공이 가해져, 완성된 로터 허브(21)를 나타내고 있다. 도 4b의 로터 허브(21)는 상부판(31)에 밸런스 수정 구멍(32)이 형성되어 있다. 이 부분에서 상부판은 가장 얇게 되어 있다. 도면 중의 D는 상부판의 가장 얇은 부분에 대응하고 있고, 도 8에 현미경 사진이 나타내어져 있다. 또한, 도 4a의 시야 A는 이 가장 얇은 부분에 대응하고 있다. 도 4a에 있어서도 시야 A는 상부판(31b)의 가장 얇은 부분이다.
- [0057] 도 4b에 있어서, 상부판(31)은 중심축의 주위로 넓어지는 원형의 대략 판형상을 하고 있다. 또한, 디스크 탑재부(30)는 중심축을 상부판(31)보다도 직경 방향에서는 외주측에 위치하고 있다. 디스크 탑재면(25)은 디스크 탑재부(30)의 중심축 방향의 상측을 향하는 면이다.
- [0058] 도 5a 및 5b, 도 6a 및 6b, 도 7a 및 7b에 있어서, 각각 (a)는 저배율의 사진, (b)는 고배율의 사진이다. (a)의 사진 중에서, 점선의 사각으로 둘러싸인 영역이 사진 (b)의 시야이다. 이들 사진의 상하 방향은 도 4a 및 4b의 상하 방향과 일치한다. 하얗게 찍혀 있는 부분이 중간 부재의 단면이고, 그 단면 위에 나타내어져 있는 가늘고 긴 검은 입자가 개재물이다. 저배율의 (a)에서도 그 존재는 확인할 수 있지만, 고배율의 (b)에서는 더욱 명

료하게 개개의 형상을 관찰할 수 있다. 도 2와 같이, 슬러그로부터 절삭에 의해 로터 허브의 형상으로 가공한 경우, 이들 개재물은 사진의 상하 방향 신장으로 배열된다. 그러나, 본 발명에 관한 중간 부재에서는 도 5a 및 5b, 도 6a 및 6b, 도 7a 및 7b에서 명확한 바와 같이, 각각 상하 방향으로부터 크게 기울어져 있다. 디스크 탑재면은 도 7a 및 7b에서는 수평 방향에 따르므로, 이들 개재물은 디스크 탑재면에 대해 비스듬히, 혹은 평행에 가까운 방향을 향하고 있게 된다. 도 6a 및 6b에서도, 개재물은 전체적으로 비스듬히 배향되어 있다. 도 5a 및 5b에 있어서도 개재물은 상부판의 표면에 대해 비스듬히 되어 있다. 또한, 도 5a 및 5b에서는 변형된 개재물(60a)이나 분단된 개재물(60b)도 많다. 이것은 단조시에 업셋팅을 적극적으로 실행한 결과이다.

[0059] 도 8은 도 4b의 시야 D의 부분의 현미경 사진이다. 단조후의 절삭 가공의 결과, 이 부위에 있어서의 상부판의 두께는 약 0.2mm로 되어 있다. 사진의 상하 방향이 봉재에 있어서의 압연 방향이고, 개재물은 원래 대략 모두가 이 방향을 향하고 있었다. 단면상에 나타나고 있는 개재물의 길이는 0.2mm보다도 약간 짧다. 사진에 찍혀 있는 개재물 중에서 가장 긴 것이어도 길이는 26 μ m이다.

[0060] 도 9는 소재로 된 봉재의 단면의 사진이다. 개재물은 모두 상하 방향으로 신장하고 있다. 또한, 도 5a 내지 도 8의 사진과 비교한 경우, 각각의 개재물은 매우 길다. 단조에 의해서 개재물의 방향을 변경했을 때에는 개재물이 짧게 분단되는 현상이 수반되는 것을 알 수 있다.

[0061] 2. 개재물의 계측

[0062] 도 5a 내지 도 9의 사진에 보여지는 개재물의 계측 결과에 대해 설명한다.

[0063] 2-1. 방위의 측정 방법

[0064] 현미경 사진은 디지털 데이터로서 저장하고, 화상 처리를 실시하였다. 이 디지털의 화상 데이터에 대해, 우선, 윤곽 검출, 2진화의 전처리를 실시하였다. 그리고, 입자 계측 소프트웨어를 이용하여, 각각의 입자에 대해 방위의 측정을 실행하였다. 방위의 측정에 있어서는 각각의 입자에 대해 가장 적합한 타원형을 계산하고, 그 타원형의 긴 직경의 방향을 개개의 입자가 향하는 방향으로 하였다. 동시에 긴 직경과 짧은 직경도 각각 계측하였다.

[0065] 본 발명에 있어서는 개재물 중에서도, 특히 A계 개재물에 주목한다. A계 개재물은 「비금속 개재물 중에서 점성 변형된 것」이다. 쾌삭 스테인리스강에 있어서 1방향으로 신장한 긴 형상을 하고 있는 개재물은 대부분이 점성 변형의 결과라고 간주해도 틀림없다. 애매함을 배제하기 위해, 본 명세서에 있어서는 긴 직경과 짧은 직경의 비가 2이상인 것을 A계 개재물로서 취급한다. A계 개재물이라는 용어는 청구항에 있어서도 사용하고 있으며, 그곳에서도 역시, 긴 직경과 짧은 직경의 비가 2이상인 개재물이라는 의미로 사용하고 있다. 상기의 긴 직경과 짧은 직경의 계측 결과에 의거하여, 비가 2이상인 개재물만을 대상으로, 가일층의 분석을 실시하였다.

[0066] 사진마다 A계 개재물의 방위의 평균값을 구하였다. 각 개재물의 긴 직경에 의한 가중 평균을 구하여 이것을 평균값으로 취하였다. 구체적으로는 각 입자의 각도에 각 입자의 긴 직경을 곱하고, 총합을 취한 후에, 긴 직경의 총합으로 나눈 가중 평균값을 얻었다. 또한, 평균을 취하는 각도는 상부판 부분 및 디스크 탑재부에 있어서는 중간 부재(50)의 원통형의 면(26a)의 중심축 방향으로부터의 편차의 절대값으로 하였다. 즉, 사진에서 바로 위를 향하고 있는 개재물의 각도는 0도이며, 우측으로 20도 기울고 있는 개재물도, 좌측으로 20도 기울고 있는 개재물도 모두 20도 기울고 있는 것으로서 취급하였다. 이에 대해, 디스크 끼워맞춤부에 있어서는 중심축에 대해 직각인 방향, 즉 사진의 수평 방향을 0도로서 취급하였다. 이것은 이 부분이 단조시에 90도 절곡된 것을 고려한 것이다.

[0067] 2-2. 개재물 방위의 측정 결과

[0068] 도 5a 내지 도 8의 사진에 있어서의 개재물의 방향의 측정 결과를 표 2에 나타낸다. 측정은 각 도면의 (b)의 사진에 찍혀 있는 개재물에 대해 실시하였다. 또한, 봉재의 단면인 도 9의 사진에 대해서도 개재물의 방향을 측정하였다.

[0069] (표 2)

[0070]

	상부판	디스크 끼워맞춤부	디스크 탑재부	박육부	봉재
가중평균각도(도)	58.5	27.8	74.1	31.8	9.5
두께방향 사이즈의 최대값(μ m)	33.5	60.3	25.0	25.1	144.8

- [0071] 상부판 부분에 있어서는 사진의 상부방향을 0도로 하면, 58.5도 기울어져 있다. 디스크 끼워맞춤부에서는 사진의 우측방향을 0도로 하면, 27.8도 기울어져 있다. 디스크 탑재부에 있어서는 사진의 상부 방향을 0도로 해서 74.1도 기울어져 있다. 이 중에서, 상부판 부분은 기울어져 있을 뿐만 아니라, 각 개재물의 변형이 심하고, 절곡되어 있는 것도 적지 않다. 디스크 탑재부에 있어서는 변형은 현저하지만, 이쪽은 오히려 각 개재물은 스트레칭된 형태를 갖고 있다.
- [0072] 표 2에는 A계 개재물을 각 부의 두께 방향에서 측정된 경우의 크기의 최대값도 나타내고 있다. 소재인 봉재에 비해, 매우 작게 되어 있다. 도 8의 박육부는 0.2mm의 두께밖에 없기 때문에, 봉재와 같이 140 μ m를 넘는 길이의 개재물이 있으면, 개재물의 관통이 염려된다. 그러나, 본 발명품에서는 그 걱정은 없다.
- [0073] 2-3. 상부판에 있어서는 개재물의 두께 방향 길이의 측정 결과
- [0074] 상부판 부분에 있어서는 A계 개재물의 두께 방향 길이를 5.55mm²의 면적에 걸쳐 측정하고, 길이에 대해 히스토그램을 작성하였다. 여기서, 두께 방향은 로터 허브의 중심축에 평행한 방향을 의미한다. 이 방법으로 측정하면, 길이가 동일해도, 중심축 방향에 대해 기울어져 있는 개재물 입자는 작은 측정값을 나타낸다. 비교를 위해, 봉재의 단면에 대해서도 3.28mm²의 면적에 걸쳐 측정하고, 마찬가지로 히스토그램을 작성하였다. 결과로도 10에 나타낸다. 각 치수구간에 들어가는 A계 개재물의 개수를, 측정한 A계 개재물의 합계 개수로 나누어 얻은 비율을 종축에 나타내고 있다. 도면 중 ‘검은 원’은 본 발명의 상부판 부분의 측정 결과를 나타내고, ‘별’은 봉재의 측정 결과를 나타내고 있다.
- [0075] 봉재에서는 대형 개재물이 많은 한편, 10 μ m미만의 소형의 개재물은 적다. 본 발명에서는 50 μ m를 넘는 크기의 개재물이 거의 존재하지 않는 한편, 10 μ m미만의 개재물이 매우 많이 되어 있다. 소성 가공에 의해서 개재물이 변형, 분단되었기 때문과, 기울어지고, 두께 방향의 치수가 작아진 것으로 판단된다.
- [0076] 두께 방향에서 측정된 개재물의 크기가 50 μ m를 넘는 것의 수는 본 발명의 로터 허브에서는 단면을 5.55mm²에 걸쳐 관찰하여, 1개밖에 발견되지 않았다. 한편, 소재인 봉재에서는 3.28mm²를 관찰하여, 68개가 발견되었다. 또한, 봉재에 대해서는 별도로 현미경부착 화상 해석 장치(니레코제 Luzex-F형)를 이용하여, 더욱 넓은 면적을 조사하였다. 이 때, 길이 100 μ m이상의 개재물에 주목하였다. 그 결과, 39.1mm²의 면적에, 길이 100 μ m이상의 개재물이 207개 발견되었다. 소재에는 대형의 개재물이 매우 많이 포함되어 있음에도 불구하고, 제품에서는 격감되어 있는 것을 알 수 있다.
- [0077] 3. 탈락한 개재물 입자의 정량
- [0078] 본 발명의 로터 허브, 및 단조를 이용하지 않고 절삭만으로 제조한 로터 허브를 각각 7개 준비하고, 개재물 입자가 어느 정도 탈락하는지를 측정하였다.
- [0079] 3-1. 측정 방법 및 조건
- [0080] 로터 허브는 측정에 제공하기 전에, 소정의 조건에서 세정을 실행하여 오염을 충분히 떨어뜨렸다.
- [0081] 다음에, 1000cm³의 순수한 물 속에 로터 허브를 1개 침지하고, 순수한 물에 대해 주파수 68kHz 출력 170w의 초음파를 1분간 부가하였다. 이 때, 로터 허브는 수중에 매달려져 있으며, 용기의 벽면에는 접하고 있지 않다. 그 후, 상기의 순수한 물 중 100cm³을 LPC(Liquid Particle Counter)에 걸고, 그 물에 포함되어 있는 직경 0.5 μ m 이상의 입자의 수를 계수하고, 로터 허브의 표면적으로 나누고, 단위면적당 탈락수를 구하였다.
- [0082] 3-2. 측정 결과
- [0083] 측정 결과를 도 13에 나타낸다. 본원 발명품의 로터 허브의 측정값은 도면 중, “Forged+Lathed”로 표시되어 있다. 한편, 절삭(선삭<旋削> 가공)만으로 제조한 종래품의 로터 허브는 “Lathed”로 표시되어 있다. 막대 그래프가 7개인 로터 허브에 대한 평균값이며, 수직의 직선으로 연결된 한쌍의 수평의 짧은 직선은 최대값과 최소값을 나타내고 있다. 언뜻 보아 알 수 있는 바와 같이, 본원 발명에 관한 “Forged+Lathed”의 측정값은 평균값, 최대값 모두 종래의 절삭 가공만으로 제조한 로터 허브에 비해, 절반 정도로 내려가 있다.
- [0084] 또, 이 측정에 있어서, 본원 발명품의 로터 허브는 표 1의 성분의 페라이트계 캐삭 스테인리스강재이다. 한편, 종래품의 로터 허브는 DHS-1(등록상표)이라 불리는 시판중인 페라이트계 캐삭 스테인리스강재이다. DHS-1은 성분에 있어서 표 1의 캐삭 스테인리스강과는 다르다. 그러나, 이들 2종류의 로터 허브는 절삭 가공시의 절삭성에

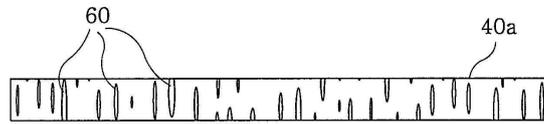
있어서는 동등하였다.

- [0085] 3-3. 고찰
- [0086] 상술한 바와 같이, 본원의 로터 허브로부터는 종래의 절삭 가공만으로 제조한 로터 허브와 비교해도, 입자의 탈락이 적다. 개재물에 변형, 분단, 경사를 일으키게 함으로써, 개재물 입자의 탈락이 억제되어 있는 것으로 추정된다.
- [0087] 한편, 개재물의 변형은 절삭성에 악영향을 미칠 가능성도 있었지만, 그러한 문제는 실제로는 생기지 않았다. 결과적으로, 본원 발명에서는 절삭량이 적기 때문에 생산성이 높고, 또한 절분<切粉>으로 되어 불필요하게 되는 재료가 적기 때문에, 생산 코스트의 저감이 가능하다. 또한, 절삭성이 높기 때문에, 특히 가공 정밀도가 요구되는 디스크 탑재면의 선삭에 있어서도, 종래 제품과 동등한 가공 정밀도를 확보할 수 있었다.
- [0088] (다른 실시예)
- [0089] 도 11은 본 발명에 관한 하드 디스크 구동 장치(10)의 단면도이다. 스핀들 모터(11)에 하드 디스크(14)가 부착되어 있다. 하드 디스크(14)의 표면에 근접해서 자기 헤드(16)가 배치되어 있고, 하드 디스크(14)에 대해 자기 정보의 라이트 혹은 리드를 실행한다. 자기 헤드는 암(15)에 의해서 지지되어 있다. 암(15)은 피벗(17)에 의해서 선회 가능하게 지지되어 있다. 액추에이터(18)는 피벗에 지지된 암에 선회력을 가하고, 자기 헤드(16)를 이동시킨다.
- [0090] 도 12는 본 발명의 스핀들 모터(11)의 단면도이다. 샤프트(20)는 슬리브(22)에 의해 회전 가능하게 지지되어 있다. 본 발명의 구성을 갖는 로터 허브(21)는 샤프트에 고정되어 있고, 샤프트 또한 회전한다. 로터 허브(21)의 디스크 탑재면(25)에는 하드 디스크(14)가 탑재되어 있다. 이 실시예에서는 스페이서(27)를 거쳐 2개째의 하드 디스크(14)가 탑재되어 있다. 그리고, 2개의 하드 디스크(14, 14)는 클램프(28)에 의해서 고정되어 있다. 클램프(28)는 고정 나사(29)에 의해서 샤프트(20)에 고정되어 있다. 로터 허브(21)의 하부에는 로터 마그넷(24)이 고정되어 있다. 로터 마그넷(24)에 대하여 스테이터(23)가 배치되어 있다. 스테이터(23)에 통전함으로써, 로터 마그넷(24)에 대해 회전 구동력이 가해진다.
- [0091] 이상, 본 발명의 실시형태 및 실시예에 대해 기재했지만, 본 발명은 이들 실시예나 실시형태에 한정되는 것은 아니다. 특허청구범위 내에 있어서, 다양한 형태를 선택하여, 실시할 수 있다.

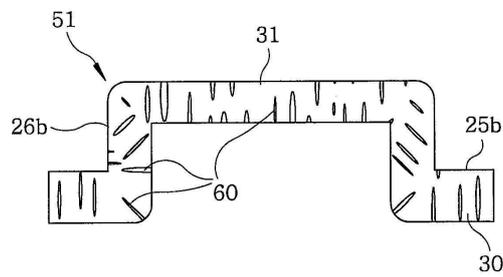
도면의 간단한 설명

- [0092] 도 1은 본 발명에서 소재로서 이용되는 봉강<棒鋼> 및 봉강으로부터 얻어진 슬러그를 나타내는 모식도.
- [0093] 도 2a 및 2b는 본 발명에 있어서, 단조에 제공되는 슬러그 및 단조에 의해 얻어진 중간 부재를 나타내는 모식도.
- [0094] 도 3a 및 3b는 본 발명에 있어서, 단조에 제공되는 슬러그 및 단조에 의해 얻어진 중간 부재의 다른 예를 나타내는 모식도.
- [0095] 도 4a 및 4b는 본 발명에 있어서, 단조에 의해서 얻어진 중간 부재 및, 마무리 가공을 가해서 얻어진 로터 허브를 나타내는 모식도.
- [0096] 도 5a 및 5b는 본 발명의 로터 허브에 있어서, 상부판 부분의 개재물 형상을 나타내는 현미경 사진.
- [0097] 도 6a 및 6b는 본 발명의 로터 허브에 있어서, 디스크 끼워맞춤부에 있어서의 개재물 형상을 나타내는 현미경 사진.
- [0098] 도 7a 및 7b는 본 발명의 로터 허브에 있어서, 디스크 탑재면 바로 아래에 있어서의 개재물 형상을 나타내는 현미경 사진.
- [0099] 도 8은 본 발명의 로터 허브에 있어서, 상부판의 특히 박육<搏肉> 부분에 있어서의 개재물 형상을 나타내는 현미경 사진.
- [0100] 도 9는 본 발명에 있어서, 소재로서 사용된 봉재의 개재물 형상을 나타내는 현미경 사진.
- [0101] 도 10은 본 발명에 있어서, 소재인 봉재와, 제품의 로터 허브의 상부판 부분에 있어서의 상부판의 두께 방향에서 측정된 A계 개재물의 길이의 분포를 나타내는 그래프.

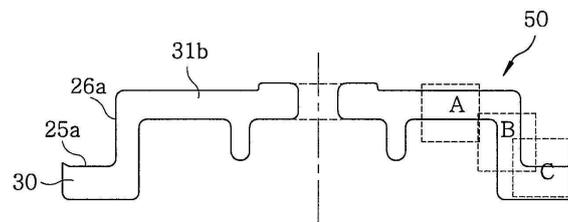
도면3a



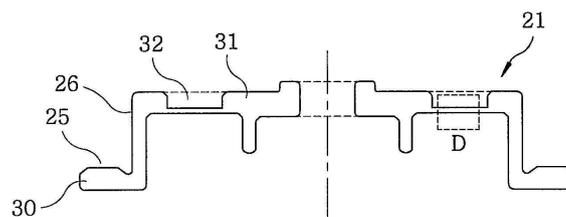
도면3b



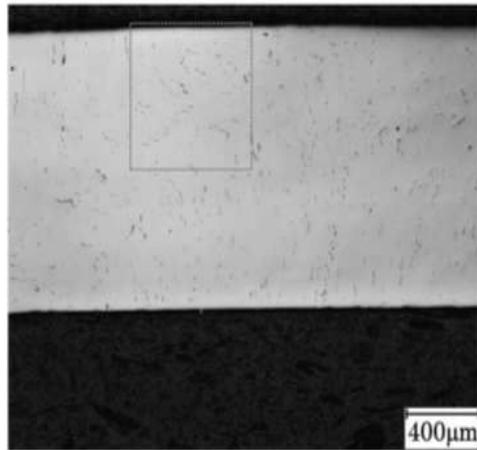
도면4a



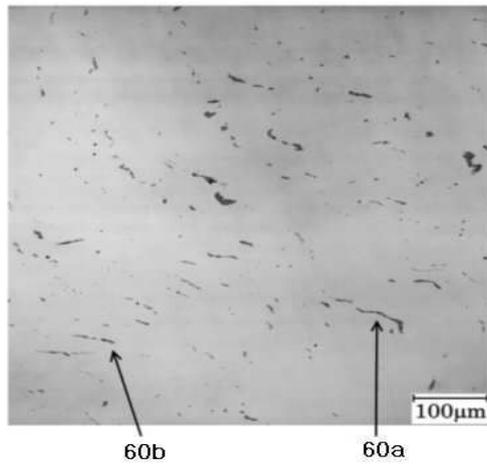
도면4b



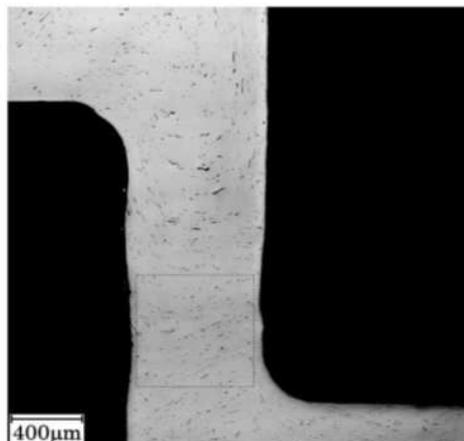
도면5a



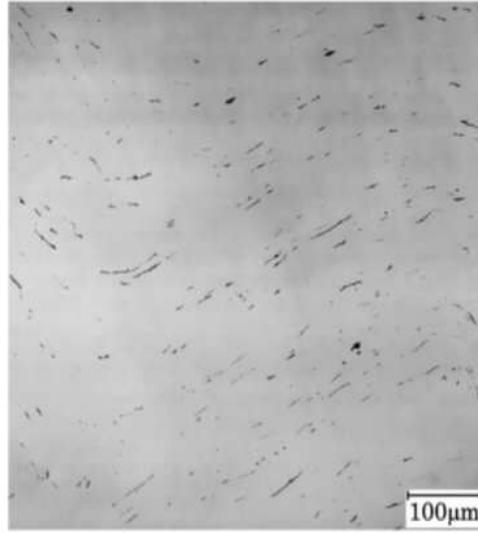
도면5b



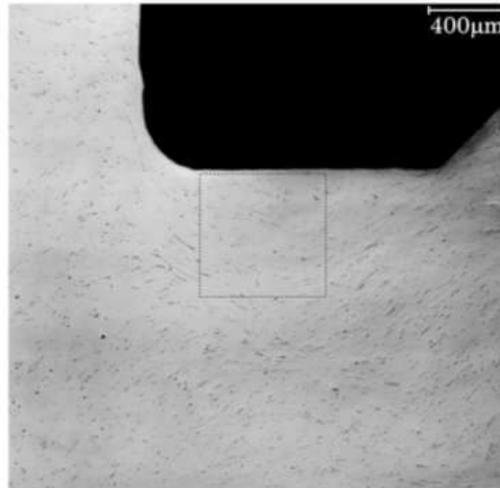
도면6a



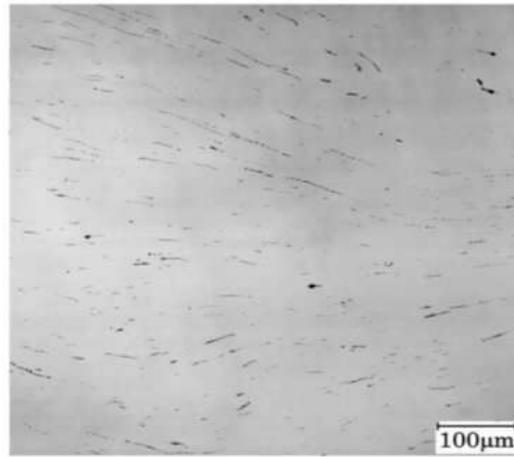
도면6b



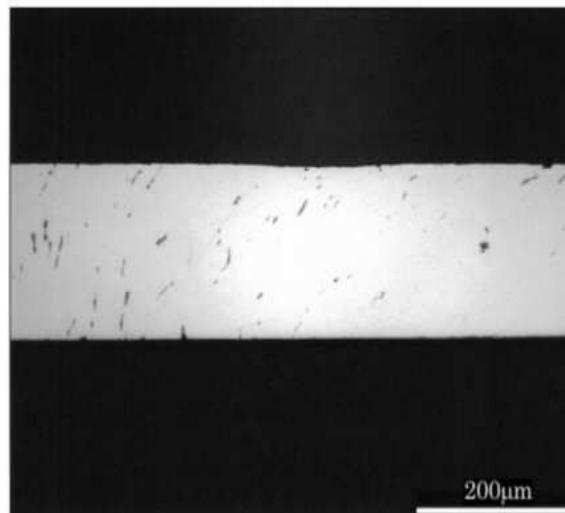
도면7a



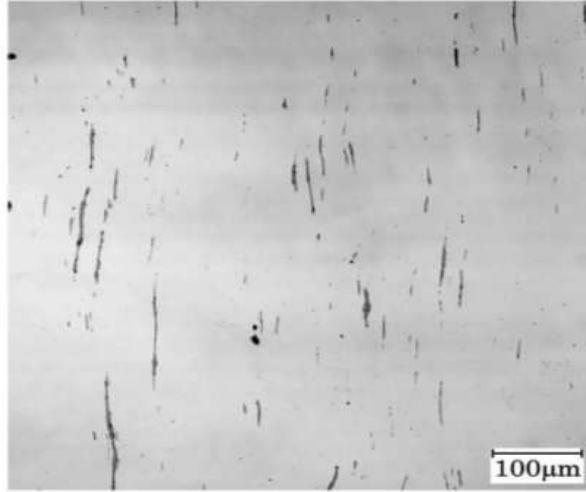
도면7b



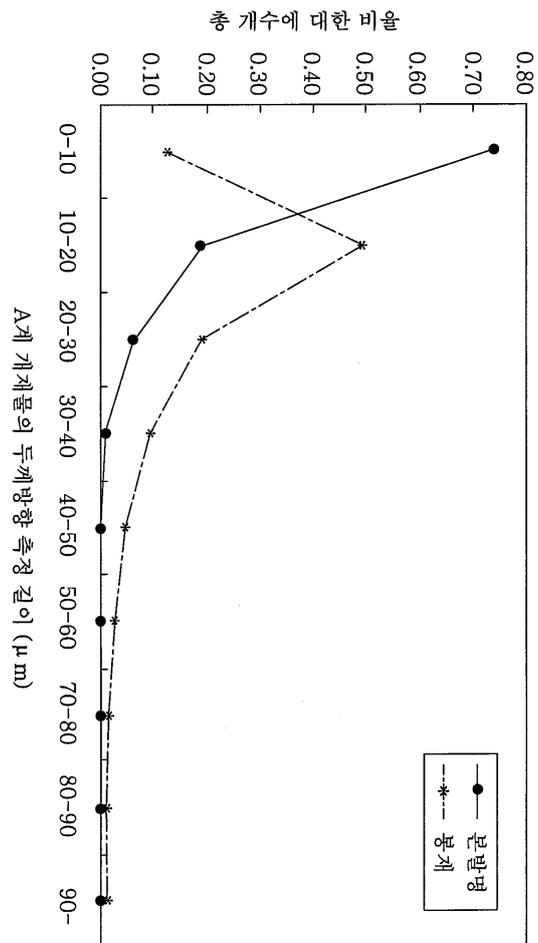
도면8



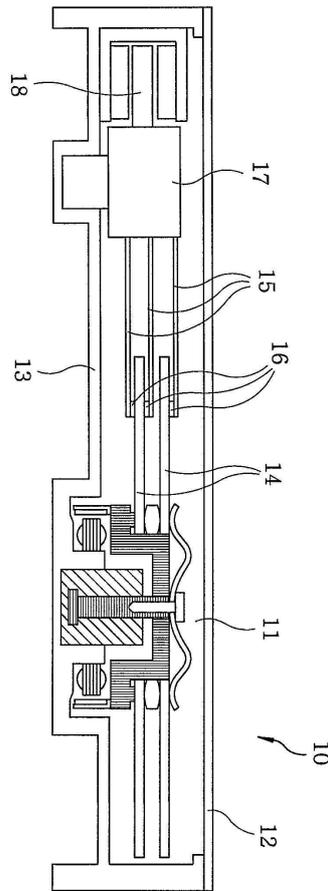
도면9



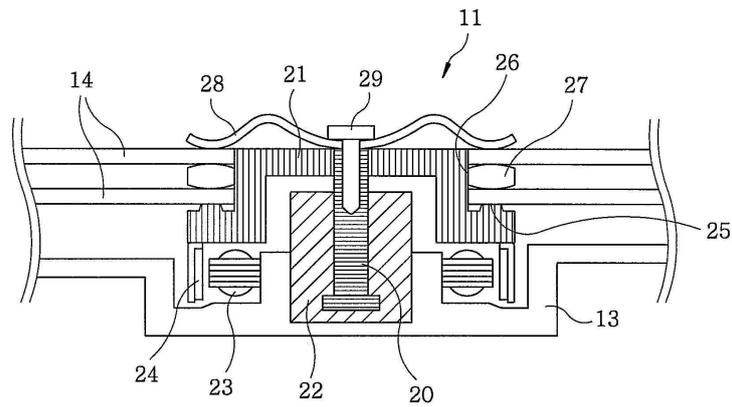
도면10



도면11



도면12



도면13

