

**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	(45) 공고일자	1999년04월01일
B22F 3/26	(11) 등록번호	특0183390
B22F 3/24	(24) 등록일자	1998년12월16일
C22C 33/02		
<u>C22C 38/00</u>		
(21) 출원번호	(65) 공개번호	특1994-011370
(22) 출원일자	(43) 공개일자	1991년07월30일
(30) 우선권주장	P3942091.4 1989년12월20일	독일(DE)
(73) 특허권자	에타블리세멘트 슈페르비스	빌리 오스펠트
	독일연방공화국 에프엘-9490	바두츠 알텐바하 스트라세 17
(72) 발명자	카알 라이트너	
	독일연방공화국 에이-6830	란크바일 고텐베크 3
(74) 대리인	박해선, 백락신	

**심사관 : 소현영**

**(54) 분말 야금학적 수단에 의해 제조된 성형품, 특히 소결합금의 캠, 및 그의 제조방법**

**요약**

성형품, 특히 내열기관의 캠축용 캠은 고 마모상태를 겪는다. 그들을 마모에 대해 견딜 수 있도록 하기 위하여, 분말 야금학적 수단에 의해 제조된 소결합금으로부터 제조된다. 그 합금은 틈이 갈라진 구리를 함유하는 경화된 매트릭스를 가지며, 몰리브덴 0.5~16 중량%와, 구리 1~20 중량%와, 탄소 0.1~1.5 중량%, 그리고 선택적으로 총합이 최대한 5 중량%인 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈의 혼합물로 구성된다.

**대표도**



**명세서**

[발명의 명칭]

분말 야금학적 수단에 의해 제조된 성형품, 특히 소결합금의 캠, 및 그의 제조방법

[도면의 간단한 설명]

제1도는 본 발명에 따라 제조된 200 배율 확대된 본 발명의 캠의 현미경 사진.

제2도는 제1도와 같은 것으로서 500 배율 확대한 현미경 사진.

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 모듈원리에 따라 조립된 내연기관용 캠축에 사용되는 성형품, 특히 분말 야금학적으로 제조된 소결합금의 캠에 관한 것이며, 또한 그의 제조방법에 관한 것이다.

명세서 전반에 걸쳐, 괄호속의 숫자들은 이 출원에 수반된 목록에 따라 번호 매겨진 간행물들을 나타낸다.

내연기관의 캠축의 캠은 매우 심한 마모에 노출된다. 엔진을 제어하는 업무를 수행하기 위하여, 전체 사

용수명 동안의 마모는 수  $\mu m$  이상 초과해서는 안된다. 이와 관련하여, 그들은 또한 윤활이 불충분한 응력 사이클을 잘 견뎌야 한다. 문헌상 그리고 산업상 통상적 방법은 높은 카바이드 함량을 가진 합금을 사용하는 것이며, 이는 적당한 재료로부터 분말 야금학적 수단에 의해서나 또는 고속 담금질 주철에 의해 제조된다. 이 수단들에 의해, 접착마모 뿐만 아니라 연마마모도 제한치 내에서 유지 가능하다.

기계 응력은 차치하고, 캠은 또한 열 응력을 받는다. 이 때문에, 캠의 성질은 연속풀림 후에도 경도를 그대로 유지해야 한다. 이것은 작동 온도 이상의 온도에서 경화 및 연속풀림에 의해 달성될 수 있다. 윤활이 불충분하고 접착마모가 촉진되는 동작조건 하에서도, 캠은 우수한 작동상태를 나타내야 한다.

현 몇년간 모듈 시스템에 따라 조립된 캠축이 내연기관(1,2) 용으로 주로 사용된 이래로, 캠 대응체 시스템에서의 마모에 관한 논의가 강해져 왔다. 이 시스템에서 마모가 윤활(3) 및 연마에 의한 다듬질 또는 정밀 다듬질(4,5)에 매우 민감하며 또한 그에 좌우된다는 사실은 차치하고, 재료개발을 기초로 하여 그 문제점을 해결하려고 하는 간행물은 많이 있다.

가망있는 출발을 위하여, 무엇보다도 이 시스템의 마모 문제를 분석할 필요가 있다. 다수의 간행물(3,6,7)에서 마모는 무엇보다도 광택마모(polishing wear), 피팅 및 스코어링(scoring)으로서 그의 외관을 형성한다고 지적해 왔다.

광택 마모는 연마 마모의 한 형태이다. 적절히 좋은 연마재를 사용함으로써, 매우 작은 양이 제거되고 형성된 흙은 매우 작다. 그렇게 마모된 캠은 밝게 광택이 나게 되며, 그 마모된 부분의 거칠기는 마모되지 않은(연삭) 부분보다 매우 낫다. 광택마모는 오일 내의 석영분말에 의해 3체 마모로써 발생한다. 모래는 기술상 가장 빈번히 사용하는 연마재로 중의 하나이다. 오일의 오염이 배제되는 실험조건하에서 광택마모도 발생하기 때문에 또다른 메카니즘이 있어야만 한다. 광택연마도 또한 명백히 카바이드를 함유하지 않은 거친 대응체의 도움을 받는다.

피팅은 표면피로의 결과이다. 운동학적 결과인 캠 표면상의 동적 응력하중은 국부 균열확산의 원인이 된다. 이 균열은 표면아래로 연장되고 다른 균열로 이루어지거나 표면으로부터 다시 나타난다. 만약 첨가제가, 예컨대 표면 에너지를 감소시킴으로써, 균열의 확산을 촉진시킨다면, 이 마모현상은 오일 내의 첨가제에 의해 촉진 가능하다(3).

스코어링은 접착마모, 즉 표면의 상호 융접의 결과이다. 이는 마르텐사이트의 모듈질 및 대응물의 사용(8)에 의하여 그리고 순수 오일의 사용을 통하여 촉진된다. 밸브 스프링의 증가된 탄력성 시험도 스코어링을 촉진시킨다. 순수 오일을 사용했을 경우, 43쌍들 중 26쌍이 스코어링에 의해 파손되었다. 다른 한편으로, 혼합오일 사용시에는 단 한쌍도 스코어링에 의해 파손되지 않았다(8). 이에 대해, 피팅 때문에 파손된 것은 혼합 오일 사용시 17쌍으로부터 35쌍으로 증가되었다(8).

피팅이 빈번히 발생함에도 불구하고, 다른 둘에 대해 보다도 피팅에 대한 연구가 부족하다. 원칙적으로, 피팅자체는 캠의 기능에 영향을 끼치지 않는다(6). 그러나 그것은 베어링 면을 감소시켜서, 표면 응력은 증가하고, 그 결과 스코어링으로 인한 파손이 발생한다. 더욱이, 광택 및 스코어링 마모의 결과는 지극히 신중하게만 추정 가능한 반면에(8,9), 피팅 경향은 증가된 하중(7)으로 단기간의 시험에서 쉽게 인지된다. 따라서, 피팅은 적은 범위에서만 발생하는 한 비관적이지 않다. 더욱이 그것은 실험시에 쉽게 조정 가능하다.

대부분의 간행물은 스코어링 마모 및 광택마모를 피하는 것에 관련한다. 더욱이 모든 실험은 높은 비율의 카바이드를 함유하는 재료의 제조를 목표로 하고 있다(2,6,8,9,10,11,12,13). 고경도로 인하여, 카바이드는 대응체의 침투깊이를 감소시킨다. 이 수단에 의하여 마모입자의 크기 및 가능한 마모비율이 감소된다(14). 제2효과는 저접착경향으로 인한 것이며, 그것은 카바이드에 의해 나타난다. 만약 카바이드가 체적에서 충분히 큰 비율을 차지한다면, 접착 마모를 완전히 피할 수 있다. 캠 내에 적용된 고체 윤활제에 의해 캠마모를 감소시키려는 시도는 공지되어 있지 않다.

소결합금에서 윤활제의 적용은 자기윤활 베어링을 제조하도록 하기 위하여 오랜 기간동안 사용되어 왔다(15). 예를 들면 비교적 복잡한 합금(Fe-Co-Mo-Ni-Cr-Si-C)내에 윤활제를 함침하여 도입된 납이 사용된다. 이 합금은 내연기관내의 밸브사이트에서 사용될 때 가치가 증명된다(16).

합금 원소로서 구리에 관하여 문헌 상으로 이미 많이 논의되어 왔다. 왜냐하면 그것은 쉽게 처리되는 원소이기 때문이다(그의 산소포텐셜은 철보다 매우 낫다). 균질성(21) 뿐만 아니라 기계특성(17,18) 또는 치수상태(19,20)가 자주 논의된다. 통상의 강 기술에서, 구리는 적열취성을 나타내는 경향을 촉진시키기 때문에 강에 대해 해로운 재료로서 공지되어 있다(22). 그러나, 분말 야금학적 제조시, 이 형태의 파손은, 성형품이 소결단조에 의해 전환될 필요가 없는 한 아무런 역할도 하지 않는다.

소결강의 마모에 대한 구리의 효과는, 최소한 구리가 0~2%의 양이 혼합될 때, 그 밀도의 효과보다 매우 낫다(23). 다른 밀도의 샘플들이 앰슬러 트라이보미터(Amsler Tribometer) (두 실린더가 서로 상대적으로 10%의 차로 롤(roll)한다) 내에서 연구되었다. 분위기(공기, 아르곤 또는 산소)는 마모의 양에 결정적인 영향을 미친다. 산소 분위기에서의 마모는 공기 분위기에서의 마모보다 72의 인자만큼 더 크다. 아르곤 분위기하에서의 마모는 두 값 사이에 놓여 있기 때문에, 수증기가 그 실험에 많은 영향을 끼칠 것이다. 1120°C에서 생기는 소결조건들은 구리가 매트릭스에서 완전히 용해된다는 가정을 유도한다.

여러가지 인을 함유하는 소결강에 0~4%의 구리를 혼합한 효과도 또한 연구되었다(24). 더 많은 고합금 변형물(4% Mo, 4% Ni 또는 4% MCM, 몰리브덴, 크롬 및 망간의 주합금)에서, 구리의 첨가는 핀-디스크 시험에서 마모를 감소시키는 원인이 된다. 더 적은 고합금 변형물에서, 구리의 첨가는 상대적으로 비조직적인 영향을 미친다. 구리의 효과는 매트릭스를 경화시키는데 기초를 두고 있다. 소결밀도가 구리함량 증가에 따라 감소한다 할 지라도, 경도는 구리함량 증가에 따라 계속 증가한다. 경도가 증가하기 때문에 구리는 매트릭스에서 완전히 용해된다는 것을 추측할 수 있다. 밀도의 감소도 또한 이것으로 추측할 수 있다. 만약 구리가 매트릭스에서 용해된다면 그리고 그 구리의 모(母) 위치에 동공이 남아 있다면, 구리는 소결 중 밀도의 감소를 유도한다.

구리, 망간 또는 니켈의 결합 상태의 조합 또는 이들과 매우 단단한 초고속 강 입자와의 조합이 이미 연구되었다(25). 그렇게 제조된 구조는 순수한 초고속강 보다 연하며, 또한 마모면에서 출원할 가치가 있음이 판명되었다.

많은 다른 연구(26,27,28,29)에서, 구리는 기초 연구 모델 재료로서 사용된다. 철에 대한 활주건조(sliding dry)시 구리의 마모율은 인자 5만큼 니켈보다 낮다는 발견은 주목할 만하다(28). 이 결과는 구리-철 쌍들의 약한 접착성향 및 이것과 관련된 구리의 우수한 비상주행특성(emergency running properties)을 나타낸다.

몰리브덴은 매우 많은 P/M 강들에서 발견된다. 0.5% 몰리브덴을 자주 사용하는 이유는 사실상 매우 실용적이기 때문이다. 0.5% 몰리브덴을 함유하는 기초철분말이 상업적으로 유용하다. 세세한 혼합은 거의 발생하지 않는다. 4%까지의 구리함량 및 2%와 4%의 몰리브덴 함량의 Fe-P-Cu-Mo 합금도 또한 연구되었다(17). 모든 합금성분들이 원소로서 혼합되었다. 1200°C에서 1시간의 소결 공정 후에, 2%의 몰리브덴 및 4%의 구리를 함유하는 샘플들은 불규칙한 2상 구조를 가진다. 이 비균질성은 몰리브덴 함량이 4%로 증가된다면 더욱 명백해진다. 탄소는 철(Fe)내에서 구리의 확산을 지연시키지만, 완전한 용해를 방해하지는 않는다.

캠/대응체 시스템에서의 마모를 제어하기 위한 무수한 시도가 공지되어 있다. 현재까지, 그들 모두는 카바이드가 풍부한 구조를 제조하는데 기초를 두고 있었다.

본 발명의 주목적은 상기의 기술상태로부터 출발하여 캠의 비상주행 특성을 개선시키는 것이다. 다른 목적들은 아래의 기술로부터 명백해 질 것이다.

본 발명에 따르면, 상기 목적은 침입형 구리를 함유한 경화된 매트릭스를 가지며, 몰리브덴 0.5~16 중량%, 구리 1~20 중량%, 탄소 0.1~1.5 중량%로 구성되며, 그리고 선택적으로, 총합이 최대한 5 중량%의 크롬, 망간 실리콘 및 니켈의 혼합물로 추가 구성되는 합금에 의하여 달성된다. 이 혼합물은 2차 경도, 변형경화 및 무심 담금질 경화능에 관하여 상기 출원에 상기 합금을 적용시키기 위하여 사용된다.

이러한 캠 제조방법은, 7g/cc 이상의 그린밀도(green density)로 성형된 캠 내로 소결된 분말을 가압처리하는 단계와; 여기서 소결분말은 몰리브덴 0.5~16 중량%, 구리 1~20 중량%, 탄소 0.1~1.5 중량%로 구성되며, 그리고 선택적으로, 총합이 최대한 5 중량%의 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈의 혼합물로 추가 구성되고, 나머지는 철로 구성되는 것이며; 1150°C 이하의 온도에서 10~60분간 성형된 캠을 소결처리하는 단계와; 연속하여 그 소결된 캠을 경화 및 뜨임처리하는 단계를 포함한다.

여기서, 탄소는 소결분말에 흡연을 혼합함에 의해 도입되거나, 또는 소결처리 또는 경화처리 또는 이들의 조합처리 동안에 최소한 부분적으로 침탄 분위기에 의해 도입할 수 있다.

#### [실시예]

몰리브덴 1.5 중량%, 구리 10 중량%, 탄소 0.8 중량%, 나머지는 철인 분말 혼합물이 미리 합금된 철 및 몰리브덴 분말을 기초로 하여 준비되었다. 압력 1500 MPa로 가압함으로써 그린밀도(green density) 7.2g/cc 캠이 준비되었다. 그 구조는 1120°C에서 30분간 소결함에 의해 응고되었다. 930°C에서 60분간 풀링하고 오일에서 담금질하고 150°C에서 60분간 뜨임 처리함에 의한 연속 경화 및 뜨임 처리 단계에 의하여, 그 구조는 표면경도가 44.4 로크웰 경도 C(793 빅커스 경도)로 제조되었다. 이 고등급의 경도는, 비록 7 중량% 이상의 소량의 구리로 구성된 구조일지라도, 달성되었다. 상기 캠은 윤활이 불충분하고 또한 그렇기 때문에 접착마모가 촉진되는 조건하에서도 우수한 동작상태를 나타냈다.

제1 및 2도의 표현은 상술된 실시예에 따라 제조된 본 발명의 캠의 현미경 사진을 도시한다. 제1도는 200 배율 확대도이며; 제2도는 동일 현미경 사진의 500 배율 확대도이다.

상기 현미경 사진은 명백히 세가지 상태를 도시한다 :

1. 마르텐사이트(회색)
2. 구리(밝은 곳)
3. 동공(검정색)

마르텐사이트는 매우 일정한 윤곽적 외관을 갖는다. 비균질성이 인지 될 리가 없다. 이것은, 이미 균질화된 미리 합금된 분말이 사용되었기 때문에 예상과 일치한다.

구리는 불규칙적인 반점에 존재하며, 그것은 그 구조 전체에 걸쳐 균일하게 분포되어 있다. 구리 입자의 크기는 10~30 $\mu\text{m}$  정도이다. 동공은 꽈동글다. 그 분포는 2종 형태이다. 하나의 크기범위는 강에서 보통 관측되는 값인 5 $\mu\text{m}$  정도이다. 둘째는 50 $\mu\text{m}$  정도이다. 큰 동공들은 구리의 용해로 형성된 둘째 동공이다.

각 상태는 마이크로 경도 측정의 도움으로 인지된다. 밝은 부분의 마이크로 경도는 50 빅커스 경도 0.01 이하이다. 그 상태는 매우 미세하게 분포된 형태로 존재하기 때문에, 놀린 자국의 직경은 거의 밝은 부분 자체의 크기 정도이며, 따라서 마이크로 경도를 정확히 결정하는 것은 불가능하다. 순수 구리의 경도는 34 빅커스 경도이다(38).

따라서, 밝은 부분은 탄소가 아니고 구리이며, 또는 구리 및 철의 합금이거나 철 및 몰리브덴의 중간금속 상태라는 것이 확실하다. 어떤 경우에도, 동공 및 마르텐사이트의 동일성에 관해 의심할 필요가 없다. 그 입자의 마르텐사이트 부분은 거의 400 빅커스 경도 0.01의 경도를 가진다. 빅커스 매크로 경도 10은 372인 것으로 결정되었다. 경도 값은 입자 내에서 측정되었다.

비 용해된 구리의 체적비는 정량 입체해석학(점 분석(30))의 도움으로 결정되었다. 그것은 7.8 중량%였다. 화학 분석에 의하면, 구리 함량은 7.4 중량%였다. 구리밀도는 철보다 약간 높아서, 정량 입체 해석학을 기초로하면 그 중량%는 약간 크게 될 것이다. 그러나 항상 존재하는 측정오차 한계 내에서, 두 분

석으로부터의 결과는 동일한 것으로 간주될 수 있다. 이것은 구리가 완전히 비용해된 형태로 존재하며 동시에 그 매트릭스는 아마도 구리와 유리(遊離)되어 있음을 의미한다.

동공의 체적비는 또한 입체해석학적으로 그리고 중량 밀도측정에 의해 결정되었다. 두방법은 동일결과를 나타냈으며, 6.5%의 값이 획득되었다.

작은 동공비는 차치하고, Fe/1.5 Mo/10 Cu/0.8 C 합금은 아주 작은 구리비만이용해되어 있는 소량의 구리 및 마르텐사이트로 구성된다. 그 표면에서 동공은 윤활을 약간 개선하는 반면 고체 윤활제로서 구리부분은 비상 주행특성을 개선시키는데 기여한다. 마르텐사이트는 연마 마모에 대해 저항을 초래한다.

부분적으로 합금된 분말이 사용될 때, 그 형성력은 감소되고 성형품의 제조 중 성형의 마모도 감소된다. 합금의 함량을 변화시키는 것도 쉽다. 그러나 훈합된 합금분말을 사용하는 것도 생각해 볼 수 있다. 그러나 이 경우에, 구리 및 몰리브덴의 확산 특성을 고려하면, 구리가 철에 특별히 잘 용해하기 때문에 완전히 다른 구조가 생길 확률이 배제될 수 없고, 철내에서 부분적으로 비용해될 수도 있기 때문에, 그리하여 그 구조 내에서 유리된 소량의 구리비는 극히 저하된다.

본 발명의 제안에 의해 달성된 결과는 이 기술분야에서의 전문가에게도 놀라운 것이다. 선행 경험을 기초로 하여, 합금에 함유된 많은 부분의 구리가 비교적 짧은 소결시간과 낮은 소결온도 후에도 용해되어야 한다. 복스티겔(20)은 1150°C에서 용해공정이 30분이 채 안되어서 완전히 종료하는 기본가공에서 기술하였다. 다른 간행물(3)대로 복스티겔은 용해도가 7.5%라고 주장한다. 그렇기 때문에, 만약 구리함량이 10%라면 적당한 소결 후에 비용해된 구리는 2.5%만 발견되어야 한다. 그러나, 그 합금의 정량분석은 사실상 구리 전량이 비용해된 형태로 매트릭스 내에 존재한다는 것을 보여 주었다.

아마도 몰리브덴만이 이에 대한 원인이 될 수 있다. 몰리브덴에서 구리의 불용성은, 몰리브덴이 몰리브덴 내에서의 구리의 용해도를 크게 감소시킨다는 예측을 유도한다. 만약 Fe-Mo 상태도를 고려하면, 몰리브덴 2.6 중량%, 원자 기초상에서 1.5%, 1100°C 근처의 온도에서  $\gamma$ -철로부터  $\alpha$ -철로의 전이가 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서, 몰리브덴은 매우 강력한  $\alpha$ -개방자이다; 즉, 강은 우선적으로 체심 입방구조로 존재한다.

그러나, 철에서의 구리 용해도는 면심 입방 감마상에서보다  $\alpha$ 상에서 훨씬 낮다.  $\gamma$  철에서 7.5 중량%까지 용해되는 반면에,  $\alpha$ 상에서의 최대용해도는 단지 1.4 중량%이다(36).  $\alpha$ 상이 몰리브덴(1.5 중량%)에 의하여 크게 안정된다는 사실 때문에,  $\alpha$ 상으로의 구리의 확산은 크게 방해받는다. 그러나, 명백히 구리는 Fe-Mo에서 완전히 불용성은 아니다. 구리의 확산계수는, Fe-1% Mo 시스템에서 측정하였고(37), 구리의 용해도가 적어도 이렇게 작은 몰리브덴 농도에서 명백히 존재한다는 결론을 얻었다.

연구 결과, 몰리브덴 함량에 대한 정확한 범위를 설정할 수 있다. 아마 0.5% 몰리브덴 함량은 구리의 용해도를 여기서 관측된 정도로 저하시키기에 충분하지 못하며, 따화서 적절한 하한인 것으로 여겨진다.

그런데, 상한은 경제적인 고려에 의해 고정되어 있다. 따라서, 몰리브덴 함량은 약 16%로 한정된다. 몰리브덴 16 중량%에서는, 소결온도(1120°C)에서  $\alpha$ 영역으로부터 이탈이 있고, 이는 합금의 상태를 변화시키게 된다. 따라서, 이 한계가 상한으로 일컬어질 수 있는 것이다.

필요한 비상 주행특성을 획득하기 위하여 구리함량이 선택되어야 한다. 하한은 1%로 설정되며, 이 하한 아래에서의 고체 윤활제로서 구리의 효과는 거의 없다. 베어링 면이 충분히 크게 남아 있도록 하기 위하여, 상한으로서는 그 구조 중의 충분한 부분이 단단한 마르텐사이트 매트릭스 형태로 여전히 존재하는 그런 값이 선택되어야 한다. 따라서, 상한은 약 20% 정도로 설정될 수 있다.

본 발명의 합금은 분말 야금학적 수단에 의해서만 제조 가능하다. 마르滕사이트 매트릭스 및 소량의 구리로 구성된 특수 구조는 소결공정에 의하여 직접 제조 가능하다. 공정과정에는, Fe-Mo에서의 구리의 특별히 낮은 용해도가 활용된다. 그 결과, 사실상 구리의 전체 부분이 고체 윤활제로서 유효하게 된다. 더욱이, 구리함량도 다른 구리 합금 재료에서처럼 팽윤하지 않는다. 비교 가능한 구조들이, 훈합된 분말이건 확산 합금된 분말이건 관계없이 획득된다는 것을 주측할 수 있다.

명백히, 공지기술 상태에 기술된 바와 같이, 다른 금속들이 소결재료용 고체 윤활제로서 공지되어 있다. 그러나 캠/대응체 시스템의 문제에 대한 해결방안으로서 구리를 사용하는 것은 신규하다. 고체 윤활제에서, 예컨대 납이 함침에 의해 매트릭스 내로 도입되었던 우리의 경험과 비교하면, 본 발명의 합금처리는 구리가 시작부터 재료에 포함되는 잇점을 가진다. 그러나, 저밀도의 성형품에 구리를 함침함으로써 도입하는 것도 또한 가능하다. 더욱이, 구리의 균일한 분포 및 고정된 구리함량을 보증할 수 있게 된다. 다른 한편으로, 함침의 경우에서, 구리의 체적비 및 분포는 개방된 동공의 크기 및 분포에 의해 결정된다. 그러나, 이 분포는 분말훈합물에서의 구리의 크기, 양 및 분포보다 영향을 미치기 더욱 어려우며, 따라서 공정의 신뢰도는 여기에 도입된 시스템에서 증가된다.

몰리브덴은 매트릭스에서 구리의 용해를 매우 효과적으로 방해하며, 그리하여 구리는 고체 윤활제로서 유효하다. 캠/대응체 시스템에서 마모의 주 문제, 즉 연마는 고체 윤활제를 사용함으로써 성공적으로 해결된다. 부가되는 긍정적인 효과로서, 몰리브덴은 구리 합금된 재료에서는 관측되지 않는 팽윤을 방해한다. 이 수단들에 의해, 가공의 정밀도 또는 정확도가 개선되고 또한 기계 특성도 개선된다.

만약 본 발명의 잇점이 미리 합금된 분말의 사용을 통하여 특히 달성된다면, 필적할 만한 구조가 다음의 다른 방법으로 제조 가능하게 된다. 우선 첫째로 훈합된 합금 Fe-C-Mo 분말이 소결처리에 의해 경화 및 균질화 된다. 그런밀도를 매우 낮게 하여, 구리를 함침시킴으로서 채워지는 개방동공이 그 구조 내에 남아 있게 된다. 필적할 만한 구조가 또한 이 방법으로 제조된다. 이 변형된 방법을 사용하여, 미리 합금된 분말로부터 시작하는 것도 또한 가능하다.

캠의 마모특성에 관련하는 한, 상술의 고찰은, 드래그레버, 포커아암 등과 같은 마모되는 다른 성형품들, 즉 활주마모에 노출되는 성형품들에도 또한 관련한다.

**(57) 청구의 범위****청구항 1**

야금학적으로 제조된 소결합금의 성형품에 있어서, 침입형 구리를 함유한 경화된 매트릭스를 가지는 합금을 포함하고, 상기 합금은 몰리브덴 0.5~16 중량%와, 구리 1~20 중량%와, 탄소 0.1~1.5 중량%와, 총합이 최대한 5 중량%인 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈의 혼합물을 및, 그 나머지는 철로 구성되며, 모듈원리에 따라 조립되는 내연기관의 캠축용 캠인 것을 특징으로 하는 성형품.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 합금은 몰리브덴 1~16 중량%로 구성되는 것을 특징으로 하는 성형품.

**청구항 3**

모듈원리에 따라 조립된 내연기관의 캠축용 캠을 포함하는 성형품의 제조방법에 있어서, 몰리브덴 0.5~16 중량%와, 구리 1~20 중량%와, 탄소 0.1~1.5 중량%와 그리고 총합이 최대한 5 중량%인 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈 혼합물을 구성되며 그 나머지는 철로 구성된 소결분말을 가압처리하여 7g/cc 이상의 그린밀도의 성형 캠을 성형하는 단계와, 1150°C 이하의 온도에서 10~60분간의 소결시간 동안 상기 성형 캠을 소결처리하는 단계와, 그리고 상기 소결된 캠을 연속으로 경화 및 뜨임 처리하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 4**

제3항에 있어서, 상기 소결분말은 미리 합금된 철-몰리브덴 분말로 구성되는 것을 특징으로하는 제조방법.

**청구항 5**

제4항에 있어서, 상기 소결분말은 미리 합금된 철-몰리브덴 분말에 구리를 혼합함에 의해 준비되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 6**

제3항에 있어서, 상기 탄소는 소결분말에 흑연을 혼합함에 의해 도입되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 7**

제5항에 있어서, 상기 탄소는 소결분말에 흑연을 혼합함에 의해 도입되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 8**

제3항에 있어서, 상기 탄소는 소결처리 또는 경화처리 동안 최소한 부분적으로 침탄 분위기에 의하여 도입되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 9**

제5항에 있어서, 상기 탄소는 소결처리 또는 경화 처리 동안 최소한 부분적으로 침탄 분위기에 의하여 도입되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 10**

모듈원리에 따라 조립된 내연기관의 캠축용 캠을 포함하는 성형품의 제조방법에 있어서, 탄소가 소결분말 내로 도입되거나, 탄소가 소결처리 또는 경화처리시 침탄분위기에 의해 도입되거나, 또는 탄소가 이들의 조합에 의해 도입된다는 조건하에서, 침입형 구리를 함유하는 경화된 매트릭스를 가지는 합금을 준비하고, 이 합금은 몰리브덴 0.5~16 중량%와, 구리 1~20 중량%와, 탄소 0.1~1.5 중량% 그리고 총합이 최대한 5 중량%인 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈의 혼합물을 구성되며, 탄소를 선택적으로 함유하고 부분 합금되거나 혼합 합금된 철-몰리브덴 분말로부터 선택된 소결분말을 고화시키고, 소결 처리에 의해 상기의 고화된 소결분말을 균질화시켜, 개방 동공을 가지는 성형품을 제조하며, 경화시키고; 뜨임처리하며; 그리고 개방 동공 내로 구리를 함침에 의하여 도입시킴을; 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 탄소는 소결분말에 흑연을 혼합함에 의해 도입되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 혼합 합금된 철-몰리브덴 분말은 탄소를 함유하는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 13**

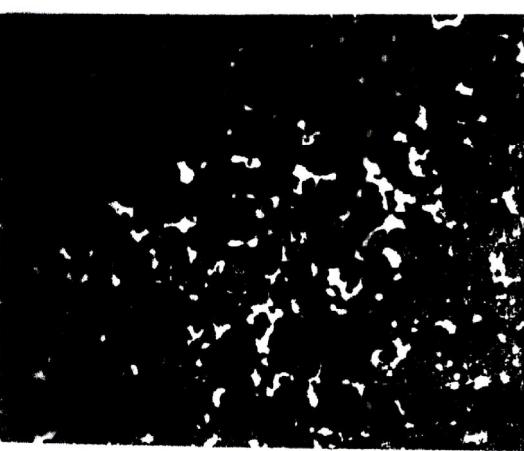
제10항에 있어서, 상기 탄소는 소결, 경화처리 또는 그들의 조합 동안 침탄 분위기에 의하여 부분적으로 또는 완전히 도입되는 것을 특징으로 하는 제조방법.

**청구항 14**

모듈원리에 따라 조립된 내연기관의 캠축의 캠을 포함하는 성형품의 제조방법에 있어서, 침입형 구리를

함유한 경화된 매트릭스를 가지는 합금을 준비하고, 이 합금은 몰리브덴 0.5~16 중량%와, 구리 1~20 중량%와, 탄소 0.1~1.5 중량% 그리고 총합이 최대한 5 중량%인 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈의 혼합물을로 구성되며; 탄소가 소결분말 내로 도입되거나, 탄소가 소결처리, 경화처리 또는 그들의 조합처리 동안 침탄 분위기에 의해 부분적으로 또는 완전히 도입된다는 조건하에서, 몰리브덴 0.5~16 중량%와, 구리 1~20 중량%와, 탄소 0.1~1.5 중량%와 총합이 최대한 5 중량%인 크롬, 망간, 실리콘 및 니켈의 혼합물 및, 그 나머지는 철로 이루어진 소결분말을 가압처리하여 7g/cc 이상의 그린밀도를 가지는 성형 캠을 성형하고, 1150°C 이하의 온도에서 10~60분간의 소결시간 동안 상기 성형 캠을 소결처리 하며; 그리고 이어서 상기 소결된 캠을 경화 및 뜨임처리함; 특징으로 하는 제조방법.

## 도면1



## 도면2

