(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
C22C 33/02
B22F 3/10

(45) 공고일자 2002년02월28일
(11) 등록번호 10-0315280
(24) 등록일자 2001년11월08일

(21) 출원번호	10-1996-0705133	(65) 공개번호	특1997-0701800
(22) 출원일자	1996년09월17일	(43) 공개일자	1997년04월12일
번역문제출일자	1996년09월17일		
(86) 국제출원번호	PCT/GB1995/00571	(87) 국제공개번호	WO 1995/26421
(86) 국제출원일자	1995년03월16일	(87) 국제공개일자	1995년10월05일
(81) 지정국	국내특허 : 일본 대한민국 미국 EP 유럽특허 : 영국		

(30) 우선권주장 9405946.6 1994년03월25일 영국(GB)

(73) 특허권자 페더랄-모굴 신터드 프로덕츠 리미티드 윔페니 클라이브 브이
영국 씨브이 6, 4비쥐 웨스트 미들랜드 코벤트리 홀브룩 래인
(72) 발명자 퍼넬, 찰스, 그랜트
영국, 씨브이4 8에이에이 웨스트 미드랜드, 코벤트리, 웨스트우 드 히스로드 601
파팅, 레슬리, 존
영국, 씨브이22 5제이더블유 워릭셔어, 러그비, 말번 애브뉴 32
홀름, 데이비드
영국, 씨브이23 0디와이 러그비, 뉴톤, 메인 스트리트 1
(74) 대리인 김윤배, 이범일

심사관 : 소현영

(54) 소결품의제조방법

명세서

기술분야

<1> 본 발명은 소결품, 특별히 제한되는 것은 아니지만, 내연 기관의 격렬한 조건(heavy-duty)에 사응하기 위한 밸브 시트 인서트를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경기술

<2> 분말 야금 작업에 의해 가솔린 엔진에 적용하기 위한 밸브 시트 인서트를 생산하는 것은 잘 알려져 있다 대개, 예비합금된 철 분말과 다양한 첨가제를 포함하는 철 분말 혼합물은 이것의 이론 밀도의 80% 정도로 단축으로(uniaxially) 압착되고, 소결되고 그리고 종종 남아있는 기공(porosity)을 구리로 채우기 위해 침투된다. 사용되는 물질, 대개는 중간(medium)-합금 강철 또는 고속 강철은 압축성을 돕고 압착 기구에 대한 응력을 감소시키기 위해 비교적 높은 분율의 철 분말로 희석될 수 있다. 이러한 희석이 사용되는 경우, 이론 밀도의 85%에 달하는 밀도가 달성될 수 있다. 이렇게 제조된 밸브 시트 인서트는 일반적으로 저급(low-duty) 내지 중급(medium-duty)용에 사용된다.

<3> 통상적으로, 트럭, 선박, 산업 및 발전기 세트용에 사용되는 대형 디젤 엔진에서와 같은 격렬한 조건용 밸브 시트 인서트는 예를 들면, 주조(casting)에 의해 생산된다. 사용되는 합금들은 코발트-, 니켈- 또는 철계 물질들이었다. 고가의 격렬한 조건용에는 스텔라이트(상표명)같은 코발트가 풍부한 합금이 선호되어 왔다. 그러나, 코발트는 비싸고 그리고 전략상의 물질이며, 최근 몇 년에 그 비용이 밸브 시트 인서트용에 대한 경제적 가능성을 제한할 정도로 급속도로 상승하였다.

<4> 내구성과 내마모성의 면에서 주조 밸브 시트 인서트의 성능은 고화하는 동안 단단한 탄화물 상의 형성에 달려 있다. 그러나, 이러한 단단한 상은 사실상 조대하고(gross) 주조 작업에 의해 생산되었을 때 분포가 상대적으로 불균질한 경향이 있다. 이것은 파열 강도의 부족을 유발하는 저 횡단면이 낮은 성분이 필수적이라는 단점이 있다. 조대하고 단단한 탄화물을 갖는 이러한 물질의 또 다른 단점은 절삭성(machinability)이 불량하고 밸브 재료와의 상용성이 나쁘다는 것이다.

<5> 영국 특허공개 제2 187 757호에는 소결된 철계(iron-based) 물질이 기재되어 있는데, 이것은 다른 용도들 중에서도 밸브 시트에 적합한 것으로 설명되고 있다. 기재된 물질은 상대적으로 높은 붕소 함량을 이용하여 액상 소결을 촉진시킴에 의해 소결하는 동안 어느 정도의 고밀도화를 조장한다, 그러나, 고밀도화 보조제로서 붕소를 사용하는 것은 소결하는 동안 수축과 비틀림의 균일성 측면에서 이 물질이 소결 온도에 극도로 민감하게 한다. 이러한 붕소를 함유하는 물질을 적당한로(furnace)내에서 진공 상태하에 소결하는 것이 통상적인 방법이며 그리하여 생산비가 증가된다. 또한, 비록 기재된 물질을 사용 밸브시트로서 한다고 하였지만, 참고 문헌의 전체 요점은 밸브 시트 인서트와 공동-작동 밸브를 갖는 경우

처럼 충돌 접촉에 의해서 보다는 서로 미끄러지듯 접촉할 때의 부품의 내마모성에 관한 것이다. 이 참고 문헌에서는 기재된 소결 합금은 바람직하게는 90% 이상의 이론 밀도 비를 가진다고 하였다.

<6> 인 또한 액상 소결을 촉진하기 위해 유사하게 적용되고 그리고 또한 유사한 단점들을 갖는다.

발명의 상세한 설명

<7> 본 발명의 목적은 격렬한 조건에 적합한, 소결되고 고밀도의 밸브 시트 인서트를 제조하는 것이고, 그러한 밸브 시트 인서트를 생산하는 방법을 제공하는 것이다.

<8> 본 발명의 다른 목적은 밸브 시트 인서트가 생산되는 것을 가능하게 하며, 효율적인 비용으로 이러한 밸브 시트 인서트를 생산하기 위해 통상적인 생산 설비 장치에서 그의 제조 방법이 실시될 수 있게 하는 것이다. 이러한 설비는 약 770MPa 이하의 압력에서 작동하는 통상적인 단축 압축 프레스와 압축 장비; 통상적인 컨베이어, 가동빔식로(walking beam furnace), 또는 감소하는 대기압 또는 하나의 조절된 탄소 포텐셜을 유지하기 위해 보호 가스 분위기를 적용하는 회분식 로를 포함할 수 있다.

<9> 또한, 본 발명의 목적은 고가의 격렬한 조건용 부품을 위한 소결된 밸브 시트 인서트를 생산하는 것으로, 이것은 스텔라이트(상표형) 등의 종래의 주조 밸브 시트 인서트보다 코발트가 적게 함유된 철계 물질을 사용하며, 이전에는 소결된 밸브 시트 인서트 물질의 대량 생산 방법에는 접근하지 못하였던 것이었다.

<10> 본 발명의 또 다른 목적은 소결 보조제로서 붕소 또는 인을 사용하지 않고 상기 목적을 달성하는 것이다.

<11> 본 발명의 제1 면에 따르면, 소결품을 제조하는 방법이 제공되는데, 이 방법은 탄소 0.7 내지 2.7 중량%, 크롬 3 내지 6 중량%, 코발트 5 내지 10 중량%, 바나듐 0.5 내지 3 중량%, 몰리브덴 6 내지 11 중량%, 실리콘 0.3 내지 2 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%, 나머지가 철이고 그리고 선택적으로 텅스텐이 3 중량% 이하인 조성을 갖는 예비합금된 철 분말을 0.1 중량% 이상의 추가 탄소 분말과 혼합하는 단계; 상기 분말 혼합물을 단축 압착으로 압축시켜서 압분체(green compact)를 형성하는 단계; 상기 압분체를 1100 내지 1300℃ 범위의 온도에서 연속 가스 분위기 소결로에서 소결시켜 상기 소결된 물질의 최종 밀도가 이론 밀도의 95% 이상이 되게 하는 단계로 이루어진다.

<12> 본 발명이 주로 밸브 시트 인서트의 제조에 관한 것이기는 하지만, 상기 방법은 베어링 외피, 롤러, 태핏 끼움쇠, 로커 패드 등의 부품의 제조와 고밀도, 고강도 및 내마모성이 요구되는 다른 제품의 제조에 마찬가지로 적용할 수 있다. 따라서, 밸브 시트 인서트에 대한 어떠한 기준도 다른 적절한 제품들에 대한 기준이 될 수 있다.

<13> 바람직하게는, 예비합금된 분말은 0.1 중량% 이상의 텅스텐을 함유하며, 더욱 바람직하게는 1 중량% 이상의 텅스텐을 함유한다,

<14> 바람직하게는, 예비합금된 분말의 조성은 탄소 0.7 내지 1.6 중량%, 크롬 3 내지 4.25 중량%, 코발트 7.5 내지 8.5 중량%, 바나듐 1 내지 1.3 중량%, 텅스텐 1 내지 2 중량%, 몰리브덴 9 내지 10 중량%, 실리콘 0.3 내지 1.5 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%이고, 나머지가 철로 이루어질 수 있다.

<15> 소결된 합금의 총 탄소 함량의 바람직한 범위는 1 내지 2.0 중량%이다. 따라서, 소결된 합금 밸브 시트 인서트를 이 범위로 제조하기 위해 예를 들면 흑연 등의 충분한 탄소 분말이 첨가될 수 있다.

<16> 최소한 0.3 중량%의 추가 탄소 분말이 사용되는 것이 바람직한데, 이것은 얻고자 하는 최소한의 밀도를 달성하기 위해 소결 온도를 감소시길 수 있음을 발견함에 기인한다.

<17> 소결하는 동안 미세조직 내에서 연속적인 탄화물 망상조직의 생성으로 인해 0.8 중량% 이상의 탄소 첨가 수준에서 제품의 절삭성이 저하되기 때문에, 유리 탄소의 유용한 최대 첨가량은 0.8 중량%이다.

<18> 분말 혼합물에 유리 탄소를 첨가하는 것은 매트릭스 내의 탄화물의 분율을 증가시키는데 있어서 효과적이며 그에 의해 내마모성이 향상된다.

<19> 압분체는 최종적으로 소결된 형태의 확대된 예비 성형물일 수 있다.

<20> 바람직하게는, 소결 온도는 1130 내지 1250℃의 범위이다.

<21> 실제 온도와 소결 시간은 실제 조성과 목적하는 소결 밀도에 달려 있고, 특히 본래 분말 혼합물의 실제 유리된 탄소 함량에 달려있다.

<22> 요구되는 소결 밀도, 예비합금된 분말의 조성, 소결 시간 및 초기 압분밀도 등의 변수들을 포함하는 주어진 일련의 매개 변수에 대하여, 최소 소결 온도는 분말 혼합물의 초기 유리 탄소 함량과 역비례 관계에 있는 것이 발견되었다,

<23> 1120℃ 이하의 온도에서 선택적인 전-소결 단계가, 예를 들면, 압착 왁스를 제거하고 존재할 수 있는 부분적으로 수화된 망간 황화물(망간 황화물 분말은 절삭성 보조제로서 분말 혼합물에 첨가된다)등의 화합물을 감소시키기 위해 채용될 수 있다.

<24> 본 발명의 특별한 장점은 분말 혼합물에 유리 탄소를 첨가함으로써 탄소 함량의 일부를 제공하는 것이다. 이러한 첨가는 요구되는 소결 온도를 감소시키고 동시에 완전한 고밀도화가 효율적으로 달성되는 효과적인 소결 온도 범위 내로 확장시킨다는 것이 발견되었다. 본 발명의 방법에 따르면, 소결에 대해 목적하는 고밀도화가 달성될 수 있는 약 50℃의 소결 온도 범위는 그리하여 소결 작동에서 더 많은 유연성을 허용하며 훨씬 정밀하지 못한 로내에서 온도를 조절할 수 있게 함을 알게 되었다.

<25> 상기한 바와 같이, 본 발명의 방법은 비용이 많이 들지 않고 정련기술과 진공 소결 등의 장비가 필요없이 통상적인 생산 설비에서 실시될 수 있다. 특히, 본 발명의 방법은 쉽게 얻을 수 있는, 수소와

질소 혼합물 등의 저렴한 연속 가스 분위기하에서 실시될 수 있다. 5 내지 30 부피%의 수소가 포함된 질소를 함유하는 이러한 가스 분위기는 요구되는 고품질의 제품을 생산하는데 완전히 만족스럽다는 것이 밝혀졌고, 실제로, 몇몇 예에서 통상적으로 쓰이긴 하지만 약간 더 비싼 75 부피%의 수소를 함유하는 해리된 암모니아보다 더 좋은 결과를 나타냄이 확인되었다. 구체적으로, 해리된 암모니아와 비교해서 단지 10 부피%의 수소를 함유하고 있는 가스 분위기를 사용한 경우, 1130 내지 1220℃ 범위의 온도에서 소결후 밀도가 증가되었음이 확인되었다. 반대로, 이 유리한 효과는 주어진 밀도를 달성하기 위해 소질 온도를 감소시키는 데에 사용될 수 있고, 그리고 만족한 소결이 달성되는 온도 범위를 증가시키기 위해 사용될 수 있다.

<26> 초기 단축 압축후의 압분체의 밀도는 완전 이론 밀도의 85% 미만으로 제한될 수 있다. 이것은 단축 압착에 일반적으로 채용되는 것에 일치하는 압축 압력을 허용한다.

<27> 바람직하게는, 최종 소결된 밸브 시트 인서트의 밀도는 완전 이론 밀도의 약 97% 이상이다. 그러나, 소결 처리하는 동안 구성성분들 사이에 일어나는 반응 때문에 정확한 완전 이론 밀도를 예측하는 것은 매우 어렵다는 것을 명심해야 한다. 예를 들면, 흑연 분말로서 탄소를 첨가하는 것은, 탄소를 혼합되어 있는 예비합금된 분말의 다른 구성물과 합금시킴에 의해 실제 밀도가 영향을 받을 것이기 때문에, 적절한 수학적 계산에 의해 예측되는 바와 같은 밀도에 대한 정확한 효과를 갖지 못한다.

<28> 본 발명의 또 다른 이점은, 비록 큰 정도의 수축이 완전 이론 밀도의 85% 미만의 초기 압분 압축 밀도에서 전체 이론 밀도의 95%를 초과하는 정도로 고밀도화를 일으키는 소결 단계 동안 발생할지라도, 이러한 수축은 소결체 전체에 걸쳐 실질적으로 균일하고 물질내에 붕소 또는 인을 사용함으로써 생성되는 것과 같은 액상 소결 메카니즘으로 일반적으로 일어나는 뒤틀림이 실질적으로 없다.

<29> 소결된 밸브 시트 인서트는 소결후에 가열 처리되어 유리된 탄화물과 그 속의 미량의 경계 탄화물의 균일한 분포를 갖는 주로 펄라이트(pearlitic) 조직을 생기게 할 수 있다. 가열 처리는 거의 펄라이트 미세조직을 만들어내는 등온 변형일 수 있다. 이러한 조직은 마텐자이트 미세조직보다 더 열적으로 안정할 수 있는데, 예를 들면, 미세조직에 추가 약 100℃까지 고온에 대한 안정성을 증가시켜준다.

<30> 본 발명의 방법은 또한 소결된 물질내에서 절삭성을 향상시키는 구성성분을 형성하고 그리고 또한 이 물질에 자체 윤활성을 부여할 수 있도록 분말 혼합물에 반응성 소결 보조제를 첨가하는 단계를 포함할 수 있다. 공동 출원중인 국제 특허출원 제PCT/GB93/00380호에 기재된 바와 같이, 그 함량은 참고로 본 명세서에 기재하였는 바, 이러한 첨가는 알칼리 토금속 탄산염과 몰리브덴 이황화물 등의 황을 제공하는 물질을 포함할 수 있다. 탄산염은 소결하는 동안 몰리브덴 이황화물과 반응하여, 예를 들면, 마그네슘 및/또는 칼슘 황화물 입자를 생성하여 절삭성을 향상시키는 한편, 과량의 몰리브덴 이황화물은 조직 전체에 걸쳐 분산된 고체 윤활제로 남는다. 이황화물로부터 방출된 몰리브덴은 조직내로 확산되어 물성을 개선시킨다.

<31> 또한, 분말 혼합물에는 소결된 물질의 절삭성을 개선시키기 위한 화합물을 첨가할 수 있다. 이러한 첨가는, 예를 들면, 고순도의 망간 황화물을 포함할 수 있다.

<32> 주조 작업과 비교해서 분말 야금 작업은 생산되는 밸브 시트 인서트를, 예를 들면 크기와 상의 분포를 더 잘 통제하면서 주조 작업에 내재하는 수축 기공이 없는 훨씬 더 균일하고 정련된 조직을 갖게 한다. 또한, 더 낮은 밀도의 분말 야금 부품의 특유한 기공이 실질적으로 없고 그리고 단단한 탄화물 상의 개선된 크기와 분포 때문에, 본 발명에 따른 밸브 시트 인서트의 절삭성은 대단히 향상된다. 절삭성은 상기에 기재한 바와 같이 절삭성을 향상하기 위해 특이적으로 의도된, 주의깊게 조절된 상을 첨가함으로써 더 개선될 수 있다.

<33> 본 발명의 제2 면에 따르면, 본 발명의 제1 면의 방법에 의해 제조되는 철계 합금 소결품이 제공되고, 이 제품은 탄소 0.8 내지 3 중량%, 크롬 3 내지 6 중량%, 코발트 5 내지 10 중량%, 바나듐 0.5 내지 3 중량%, 몰리브덴 6 내지 11중량%, 실리콘 0.3 내지 2 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%, 나머지는 철이고 그리고 선택적으로 텅스텐이 3 중량% 이하인 조성을 갖고, 이 제품은 합금의 완전 이론 밀도의 95% 이상인 소절 밀도를 갖는다.

<34> 본 발명의 한 구현예에서, 상기 제품은 내연 기관용 밸브 시트 인서트이다.

<35> 바람직하게는, 소결품의 조성은 최소 0.1 중량%의 텅스텐을 함유한다.

<36> 바람직하게는, 소결품의 조성은 탄소 0.8 내지 2 중량%, 크롬 3 내지 5 중량%, 코발트 6 내지 9 중량%, 바나듐 0.5 내지 2.5 중량%, 텅스텐 0.5 내지 2.5 중량%, 몰리브덴 7 내지 10 중량%, 실리콘 0.3 내지 1.5 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%이고 나머지는 철로 되어있다.

<37> 가장 바람직하게는, 소결품은 탄소 1 내지 2.0 중량%, 크롬 3 내지 4.25 중량%, 코발트 7.5 내지 8.5 중량%, 바나듐 1 내지 1.3 중량%, 텅스텐 1 내지 2 중량%, 몰리브덴 9 내지 10 중량% 실리콘 0.3 내지 1.5 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%이고 나머지가 철인 조성을 갖는다.

<38> 바람직하게는, 소결품의 밀도는 완전 이론 밀도의 97% 이상이다.

<39> 상기 제품의 미세조직은 바이나이트(bainite) 또는 마텐자이트(martensite)로 이루어질 수 있지만 바람직하게는, 미세조직은 전적으로 펄라이트로 이루어질 것이다.

<40> 최종 제품의 경도는 미세조직에 따라 20 내지 70 HRC 범위이다. 바람직하게는, 밸브 시트의 경도는 35 내지 45 HRC 범위이다.

<41> 본 발명의 소결품은 주조 밸브 시트 조직과 비교해서 유리탄화물이 상대적으로 균일한 분포를 갖는다. 유리 탄화물은 또한 주조 밸브 시트와 비교해서 더 협소한 크기 분포를 갖는다. 통상적으로, 본 발명에 따른 소결된 밸브 시트의 유리 탄화물은 1 내지 10㎛ 크기 범위로 있을 수 있다. 주조 밸브 시트의 유리 탄화물은 대개는 5 내지 40㎛ 크기 범위이고, 일반적으로 더 큰 평균 크기를 갖는다.

<42> 본 발명이 좀 더 충분히 이해되도록 첨부된 도면만을 참고로 하여 예시로써 실시예를

기재하였다.

도면의 간단한 설명

<43> 도 1은 본 발명의 방법에 따라 제조된 조성에 대해 이론 밀도의 95% 이상의 밀도 안정기까지 소결하기 위한 최소 온도 그래프이다.

<44> 도 2는 본 발명에 따른 밸브 시트 조성에 대한 소결 밀도 대 소결온도의 그래프이다.

<45> 도 3은 본 발명에 따라 소결된 밸브 시트와 열 처리된 밸브 시트의 실온 경도의 히스토그램이다.

<46> 도 4는 본 발명에 따른 열 처리된 밸브 시트 물질의 경도 대 시험온도의 그래프이다.

<47> 도 5는 열 처리된 물질의 압축 강도 대 시험 온도의 그래프이다.

<48> 도 6은 절삭성에 대한 유리 탄소 첨가 효과의 그래프이다.

<49> 도 7은 소결 온도와 밀도에 대한 소결 가스 분위기의 효과를 나타낸 그래프이다.

<50> 탄소 1.1 중량%, 크롬 3.9 중량%, 코발트 7.9 중량%, 바나듐 1.2 중량%, 텅스텐 1.7 중량%, 몰리브덴 9.4 중량%, 실리콘 0.7 중량%이며 나머지가 철인 조성을 갖는 철계 예비합금된 분말은 압축성의 분말을 얻기 위해 용융물의 분무화와 연이은 어닐링에 의해 제조된다.

<51> [실시예]

<52> 실시예 1

<53> 상기한 조성의 예비합금된 분말을 탄소 0.5 중량%와 망간 황화물 0.5 중량%와 혼합하였다.

<54> 실시예 2

<55> 상기한 조성의 예비합금된 분말을 탄소 0.5 중량%와 망간 황화물 1 중량%와 혼합하였다.

<56> 실시예 3

<57> 실시예 1에 있는 추가 탄소 분말의 효과를 증명하기 위해, 상기한 조성의 예비합금된 분말을 조절 물질로서 망간 황화물 0.5 중량%와 혼합하였다.

<58> 실시예 4

<59> 실시예 2에 있는 추가 탄소 분말의 효과를 증명하기 위하여 상기한 조성의 예비합금된 분말을 조절 물질로서 망간 황화물 1 중량%와 혼합하였다.

<60> 실시예 5

<61> 상기한 조성의 예비합금된 분말을 망간 황화물 0,5 중량% 및 탄소 0.25 중량%와 혼합하였다.

<62> 실시예 6

<63> 상기한 조성의 예비합금된 분말을 망간 황화물 0.5 중량% 및 탄소 0.75 중량%와 혼합하였다.

<64> 상기 모든 실시예는 다이 압착을 보조하는 윤활 왁스 1 중량%가 혼합되었다. 명목 치수가 43㎜ O.D.와 29㎜ I.D.인 고리 형태의 샘플을 다양한 압착 압력에서 압축시키고 가동빔식로에서 질소와 수소 분위기하에 다양한 온도에서 소결시켰다. 몇몇 소결된 샘플은 조직을 펄라이트 또는 펄라이트/바이나이트 조직으로 변형시키기 위해 또한 열 처리하였다.

<65> 소결된 샘플과 소결되어 열 처리된 샘플에 대하여 치수 조절 및 밀도 평가 측정, 시험 온도의 함수로서 압축 강도, 실온 경도 및 상승된 온도 경도등의 다양한 실험이 실시되었다.

<66> 다양한 기계적 및 물리적인 특성 시험의 결과를 첨부된 도면에 나타내었다.

<67> 탄소 0.5 중량% 첨가는 요구되는 소결 온도를 실제적인 수준인 약 1175℃로 약 75℃만큼 낮춘다는 것을 도 1로부터 알 수 있다. 혼합된 분말에 흑연 분말을 별도로 첨가함으로써 필요한 탄소 부분을 도입하는 것은 또한 압축성을 개선시키고 탄화물의 매트릭스 형성에 기여한다.

<68> 도 2는 실시예 1, 3, 5와 6에 따라 제조된 물질에 대한 세부화된 고밀도화 곡선을 나타낸다. 도 2로부터, 완전 이론 밀도의 95% 이상을 달성하기 위해 소결 온도에 대해 유리 탄소를 0에서 0.75 중량%까지 증가시켜 첨가하는 효과를 알 수 있다. 이 그래프로부터 완전한 고밀도화는 더 낮은 소결 온도에서 그리고 유리 탄소 수준이 증가하는 넓은 범위의 소결 온도에서 달성된다는 것을 알 수 있다.

<69> 도 3은 소결된 조건과 소결되어 열 처리된 조건에서 실시예 1 , 2, 3과 4의 실온 경도의 히스토그램을 나타낸다. 도시된 바와 같이, 탄소 0.5 중량%의 첨가는 특히 35 HRC 내지 45 HRC의 밸브 시트 인서트에 대해 바람직한 경도 범위내에서 열 처리된 물질의 실온 경도를 상당히 개선시킨다. 물질의 경도는 펄라이트 조직의 형성때문에 열 처리에 의해 감소된다.

<70> 도 4는 표시된 온도에서 열 처리된 실시예 1, 3, 5와 6에 대한 고온 경도치를 나타낸다. 보다 높은 경도 수준은 추가 탄소를 갖는 물질에 의해 유지되고 그리고 이 경도는 300 내지 500℃ 사이에서 증가하는 추가탄소로 인해 더 높은 수준에서 유지된다는 것을 알 수 있다.

<71> 압축 보증강도(proof strength)는 도 5에서 보여지고, 탄소 추가의 효과는 다시 특히 상승된 온도에서 물질 특성을 개선시킨다.

<72> 도 6은 0.5 중량%의 망간 황화물을 고정 첨가한 물질의 절삭성에 대한 탄소 첨가의 효과를 나타

낸다.

<73> 도 7은 각각 수소 10 부피%와 75 부피%를 갖는 두개의 상이한 분위기하에서 실시예 1의 물질을 소절하는 동안 고밀화에 대한 효과를 나타낸다. 더 급속한 고밀도화는 해리된 암모니아 하에서 더 낮은 수소 분위기를 위한 더 낮은 소결 온도에서 달성되었다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

탄소 0.7 내지 2.7 중량%, 크롬 3 내지 6 중량%, 코발트 5 내지 10 중량%, 바나듐 0.5 내지 3 중량%, 몰리브덴 6 내지 11 중량%, 실리콘 0.3 내지 2 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%, 나머지가 철이고 그리고 선택적으로 텅스텐이 3 중량% 이하인 조성을 갖는 예비합금된 철 분말을 0.25 중량% 이상의 추가 탄소 분말과 혼합하는 단계;

상기 분말 혼합물을 단축 압착으로 압축하여 압분체를 생성하는 단계;

상기 압분체를, 실질적으로 대기압에서 수소 및 질소의 혼합물(수소 함량은 30 부피% 이하)로 이루어진 연속 가스 분위기 하에서, 온도 1130 내지 1250℃의 연속 소결로를 통해 운반하여, 이론 밀도의 95% 이상의 최종밀도를 갖는 소결품을 생산하는 단계로 이루어진 소걸품의 제조 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서, 예비합금된 분말이 최소 0.1 중량%의 텅스텐을 함유하는 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서, 예비합금된 분말의 조성이 탄소 0.7 내지 1.6 중량%, 크롬 3 내지 4.25 중량%, 코발트 7.5 내지 8.5 중량%, 바나듐 1 내지 1.3 중량%, 텅스텐 1 내지 2 중량%, 몰리브덴 9 내지 10 중량%, 실리콘 0.3 내지 1.5 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%이고, 나머지가 철인 것을 특징으로 하는 소결줌의 제조 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서, 소결품의 총 탄소 함량이 1 내지 2.0 중량%인 것을 특징으로 하는 소절품의 제조 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서, 분말 혼합물이 최소 0.3 중량%의 추가 탄소분말을 함유하는 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서, 유리 탄소의 최대 첨가량이 0.8 중량%인 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서, 1120℃ 이하의 온도에서의 전-소결 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서, 상기 가스 분위기가 4 내지 30 부피%의 수소를 포함하는 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서, 소결품의 압분밀도가 이론치의 85% 미만인 것을 특징으로 하는 제조 방법,

청구항 10

제 1항에 있어서, 최종 소결품의 밀도가 완전 이론 밀도의 97% 이상인 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 11

제 1항에 있어서, 소결후 소결품을 열 처리하여 유리 탄화물의 균일한 분포를 갖는 펄라이트 조직을 주로 생기게 하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 소결품의 제조 방법.

청구항 12

제 12항에 있어서, 열 처리가 등온 열 처리인 것을 특징으로 하는 소절품의 제조 방법.

청구항 13

제 1항 내지 제 7항 및 제 8항 내지 제 12항중 어느 한 항에 따른 방법에 의해 제조된 철계 합금 소결품으로, 이 소결품은

탄소 0.8 내지 3 중량%, 크롬 3 내지 6 중량%, 코발트 5 내지 10 중량%, 바나듐 0.5 내지 3 중량%, 몰리브덴 6 내지 11 중량%, 실리콘 0.3 내지 2 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%, 나머지는 철이고 그리고 선택적으로 텅스텐이 3 중량% 이하인 조성으로 이루어지고, 그리고 합금의 완전 이론 밀도의 95% 이상인 소결된 밀도를 갖는 것을 특징으로 하는 소결품.

청구항 14

제 13항에 있어서, 최소 0.1 중량%의 텅스텐을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 소결품.

청구항 15

제 13항 또는 제 14항에 있어서, 미세조직이 크기 1 내지 10㎛ 크기의 유리 탄화물을 함유하는 것을 특징으로 하는 소결품.

청구항 16

제 14항에 있어서, 경도가 20 내지 70 HRC인 것을 특징으로 하는 소결품.

청구항 17

제 16항에 있어서, 경도가 35 내지 45 HRC인 것을 특징으로 하는 소결품.

청구항 18

제 13항에 있어서, 소결품이 내연 기관용 밸트 시트 인서트인 것을 특징으로 하는 소결품.

요약

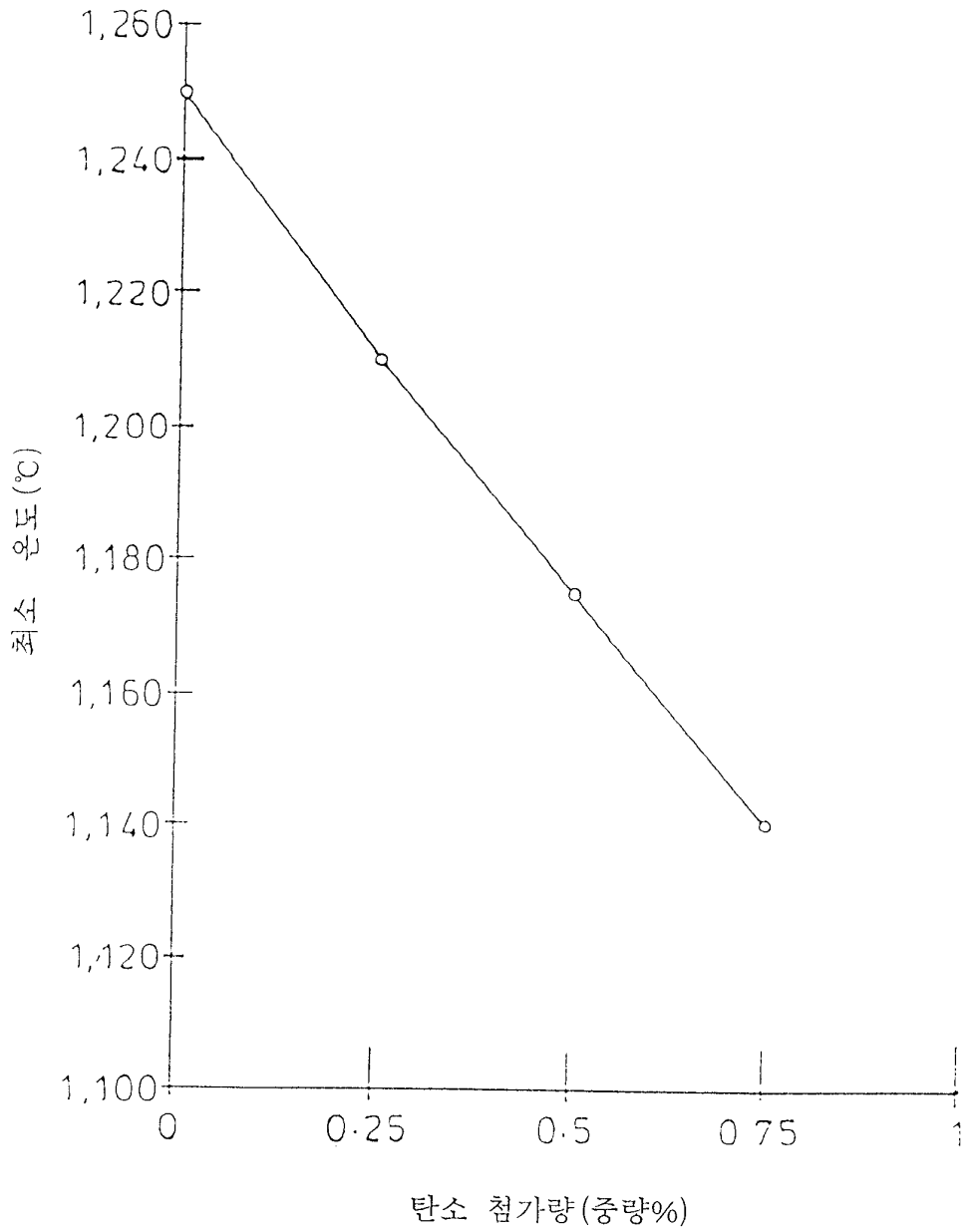
본 발명은 탄소 0.7 내지 2.7 중량%, 크롬 3 내지 6 중량%, 코발트 5 내지 10 중량%, 바나듐 0.5 내지 3 중량%, 몰리브덴 6 내지 11 중량%, 실리콘 0.3 내지 2 중량%, 기타 원소가 총 최대 2 중량%, 나머지가 철이고 그리고 선택적으로 텅스텐이 3 중량% 이하인 조성을 갖는 예비합금된 철 분말을 0.1 중량% 이상의 추가 탄소 분말과 혼합하는 단계; 상기 분말 혼합물을 단축 압축으로 압축하여 순수한 형태에 가까운 압분체를 생성하는 단계; 상기 압분체를 1100 내지 1300℃의 범위에서 연속 가스 분위기 소결로에서 소결하여 상기한 소결된 물질의 최종 밀도가 이론 밀도의 95% 이상이 되게 하는 단계로 이루어진 소절품의 제조방법에 관한 것이다.

대표도

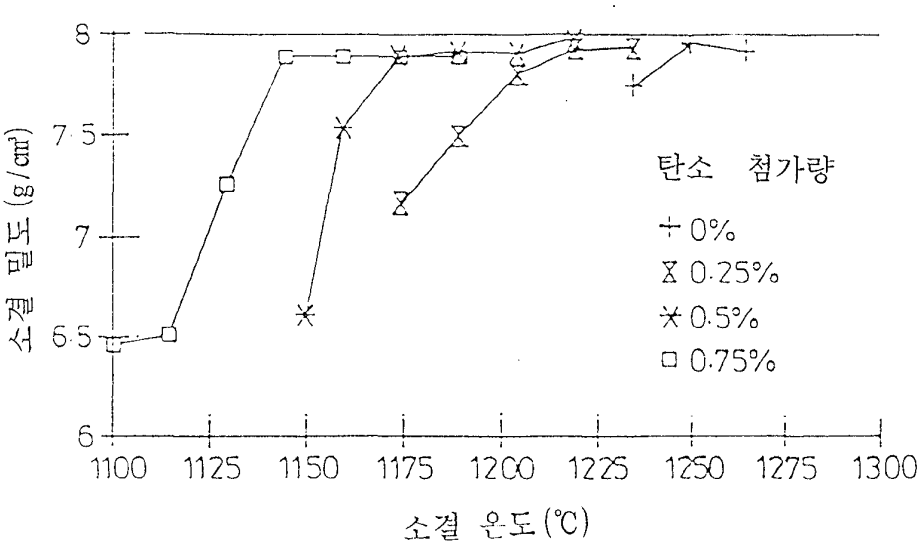
도2

도면

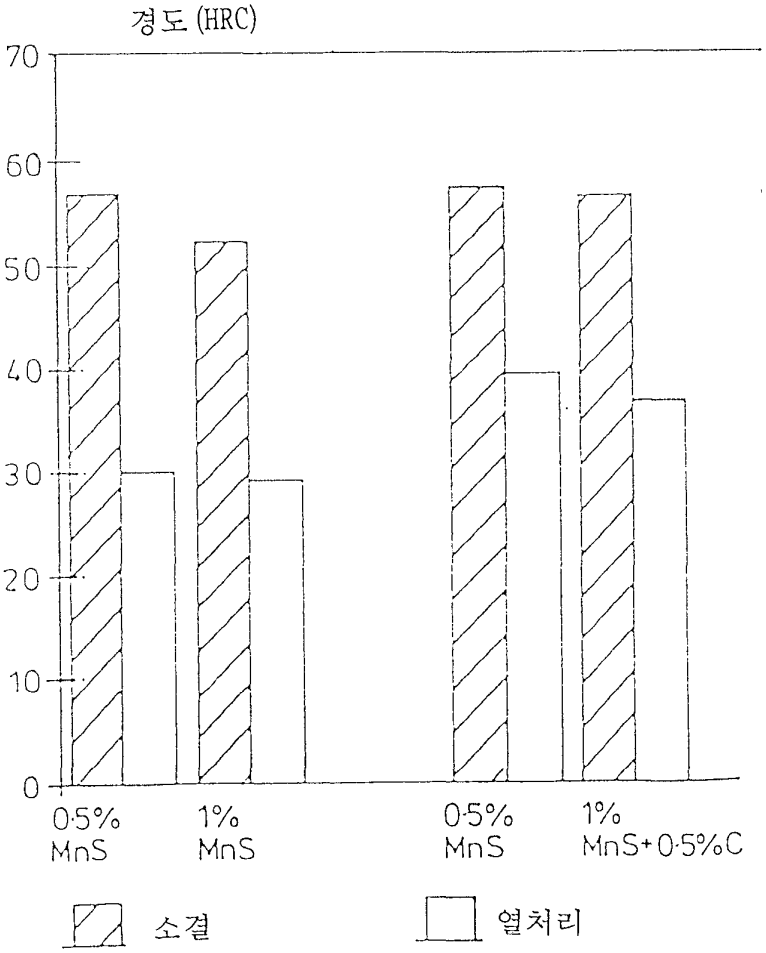
도면1


1,260
1,240
1,220
1,200
1,180
1,160
1,140
1,120
1,100
최소 온도(℃)
0
0·25
0·5
0 75
탄소 첨가량(중량%)

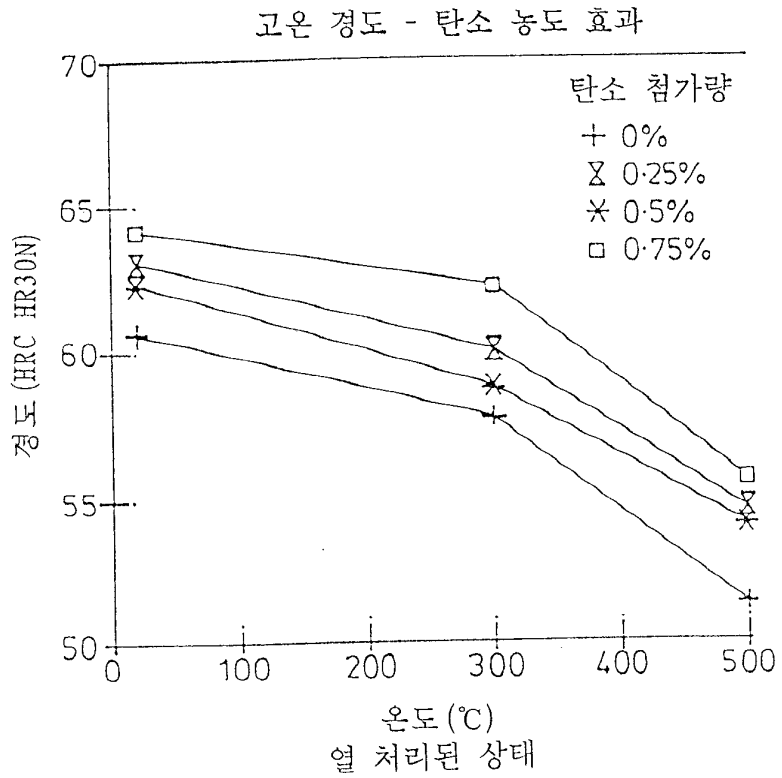
도면2


8
7.5
7
6.5
6
소결 밀도 (g/cm³)
1100
1125
1150
1175
1200
1225
1250
1275
1300
소결 온도 (℃)
탄소 첨가량
0%
0.25%
0.5%
0.75%

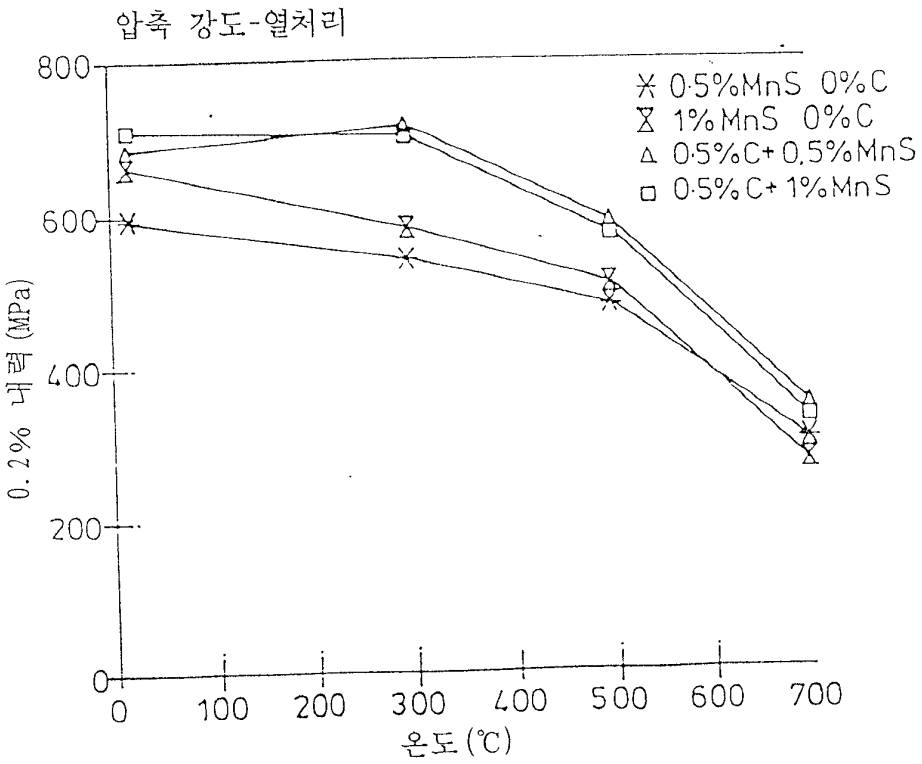
도면3


경도 (HRC)
70
60
50
40
30
20
10
0
0.5% MnS
1% MnS
0.5% MnS
1% MnS+0.5%C
소결
열처리

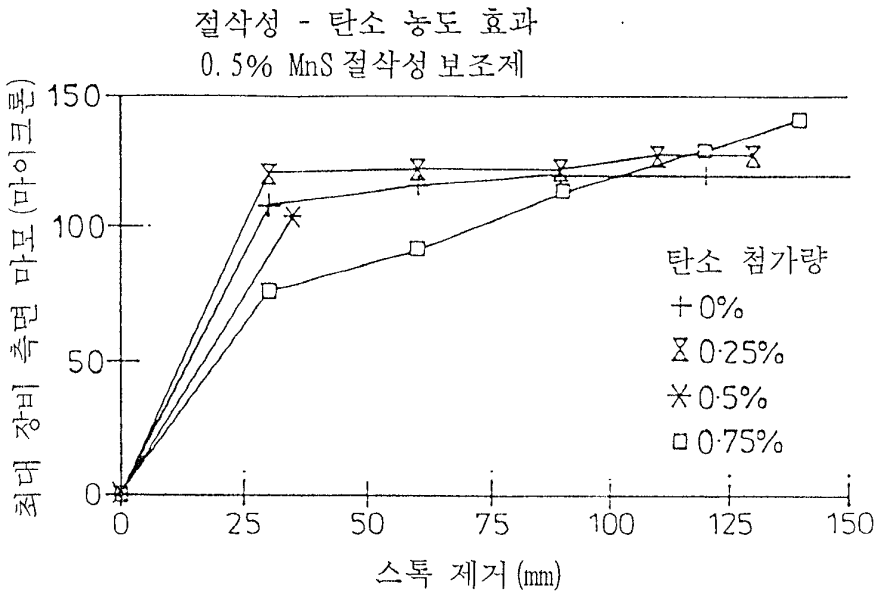
도면4


고온 경도 - 탄소 농도 효과
탄소 첨가량
0%
0·25%
0·5%
0·75%
경도 (HRC HR30N)
70
65
60
55
50
0
100
200
300
400
500
온도 (℃)
열 처리된 상태

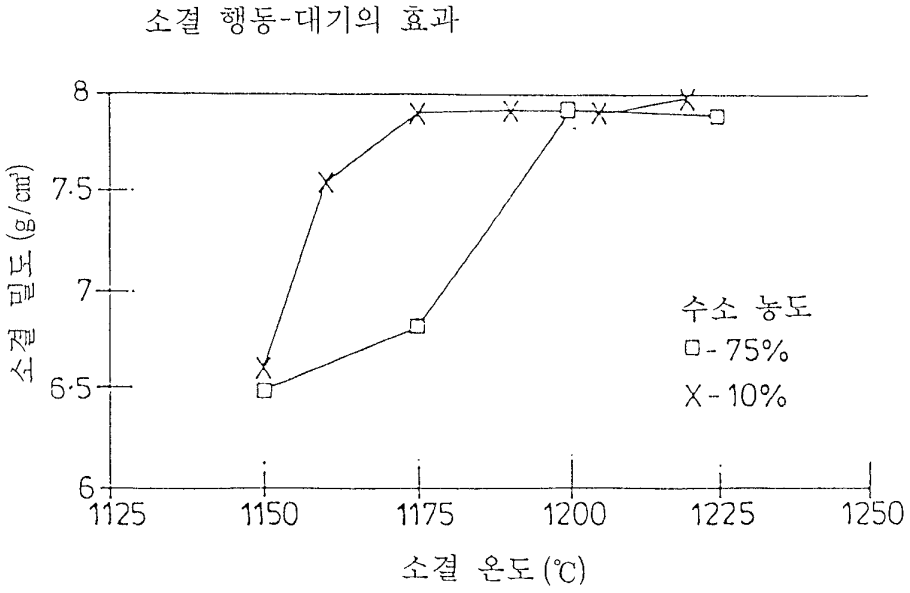
도면5


압축 강도-열처리
0·5%MnS 0%C
1%MnS 0%C
0·5%C+0.5%MnS
0·5%C+1%MnS
0.2% 내력 (MPa)
800
600
400
200
0
0
100
200
300
400
500
600
700
온도 (℃)

도면6


절삭성 - 탄소 농도 효과
0.5% MnS 절삭성 보조제
최대 장비 측면 마모 (마이크론)
150
100
50
0
0
25
50
75
100
125
150
스톡 제거 (mm)
탄소 첨가량
+ 0%
0·25%
0·5%
0·75%

도면7


소결 행동-대기의 효과
소결 밀도 (g/cm³)
8
7·5
7
6·5
6
1125
1150
1175
1200
1225
1250
소결 온도 (℃)
수소 농도
□ - 75%
X - 10%