

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)(11) 공개번호 10-2022-0122058
(43) 공개일자 2022년09월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

B22D 19/16 (2006.01) B22D 23/00 (2006.01)
B22D 25/00 (2006.01) B22D 27/04 (2006.01)
C21D 9/00 (2014.01) C22C 29/00 (2006.01)
C22C 38/54 (2006.01) C22C 38/58 (2006.01)

(52) CPC특허분류

B22D 19/16 (2013.01)
B22D 23/003 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0026205

(22) 출원일자 2021년02월26일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

이두찬
경상남도 함안군 법수면 황사공단로 58

(72) 발명자

이두찬
경상남도 함안군 법수면 황사공단로 58

(74) 대리인

홍성철

전체 청구항 수 : 총 6 항

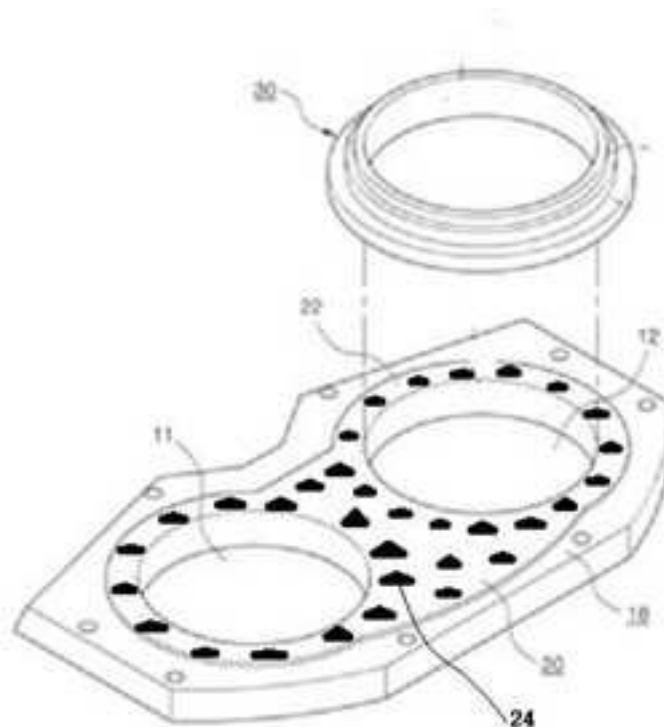
(54) 발명의 명칭 펌프카용 웨어플레이트와 웨어링 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트 및 웨어링과 관련된 것으로서, 몸체 표면에 내마모부재를 삽입 고착시킴으로써 내마모성을 대폭 향상시키고, 제조공정을 단순화할 수 있는 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링 및 그 제조방법에 관한 것이다. 본 발명의 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링은,

(뒷면에 계속)

대표도 - 도4



몸체는 주조제품으로서, 그 성분조성은 중량 %로 C: 0.3%~0.8%, Mn: 8%~12%, Cr: 4%~6%, Ni: 4%~8%, Si: 2%~4%, B: 0.3%~0.5%, Ce: 0.05%~0.1%, Mg: 0.05%~0.1%, 나머지: 기타 불가피한 불순물과 철로 이루어진 합금으로 되어 있고, 상기 몸체의 표면에는 내마모부재가 균일하게 삽입되어 있는 것을 특징으로 하며, 본 발명의 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법은, 상기 웨어플레이트와 웨어링의 몸체를 주조하기 위한 주형을 준비하는 단계와, 상기 주형의 내부 공간에 내마모부재를 고정시키는 단계와, 상기 내마모부재가 고정된 주형에 중량 %로 C: 0.3%~0.8%, Mn: 8%~12%, Cr: 4%~6%, Ni: 4%~8%, Si: 2%~4%, B: 0.3%~0.5%, Ce: 0.05%~0.1%, Mg: 0.05%~0.1%, 나머지: 기타 불가피한 불순물과 철로 이루어진 합금 용탕을 주입하고 응고하여 몸체를 주조하는 단계와, 상기 주조된 몸체를 가열로에서 가열하고 급냉하는 열처리 단계와, 상기 열처리된 몸체를 황삭 및 정삭 기계가공하여 완제품으로 제조하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

B22D 25/005 (2013.01)

B22D 27/04 (2013.01)

C21D 9/0006 (2013.01)

C22C 29/005 (2013.01)

C22C 38/54 (2013.01)

C22C 38/58 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링에 있어서, 상기 웨어플레이트와 웨어링의 몸체는 주조제품으로서, 그 성분조성은 중량 %로 C: 0.3%~0.8%, Mn: 8%~12%, Cr: 4%~6%, Ni: 4%~8%, Si: 2%~4%, B: 0.3%~0.5%, Ce: 0.05%~0.1%, Mg: 0.05%~0.1%, 나머지: 기타 불가피한 불순물과 철로 이루어진 합금으로 되어 있고, 상기 몸체의 표면에는 내마모부재가 균일하게 삽입되어 있는 것을 특징으로 하는 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 내마모부재는 SiC, TiC, WC, CBN, Si₃N₄ 및 페 초경Tip 중에서 선택된 1종 이상의 것으로, 그 형상은 원형 또는 각형이고, 그 크기는 가로세로변이 10~20mm이고, 두께는 2~6mm인 것을 특징으로 하는 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 몸체의 표면에 삽입된 내마모부재는 면적당 30~60%의 분포율로 삽입 용착되어 있는 것을 특징으로 하는 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링

청구항 4

콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법에 있어서, 상기 웨어플레이트와 웨어링의 몸체를 주조하기 위한 주형을 준비하는 단계와, 상기 주형의 내부 공간에 내마모부재를 고정시키는 단계와, 상기 내마모부재가 고정된 주형에 중량 %로 C: 0.3%~0.8%, Mn: 8%~12%, Cr: 4%~6%, Ni: 4%~8%, Si: 2%~4%, B: 0.3%~0.5%, Ce: 0.05%~0.1%, Mg: 0.05%~0.1%, 나머지: 기타 불가피한 불순물과 철로 이루어진 합금 용탕을 주입하고 응고하여 몸체를 주조하는 단계와, 상기 주조된 몸체를 가열로에서 가열하고 급냉하는 열처리 단계와, 상기 열처리된 몸체를 황삭 및 정삭 기계가공하여 완제품으로 제조하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하는 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 몸체를 주조하는 단계에서 용탕의 주입은 1450℃~1550℃에서 실시되며, 상기 열처리단계는 가열로에서 1050~1100℃로 가열한 후 워터 쿨링하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서, 상기 주형은 자경성 주형이 사용되며, 상기 내마모부재는 SiC, TiC, WC, CBN, Si₃N₄ 및 페 초경Tip 중에서 선택된 1종 이상의 것으로서, 상기 자경성 주형에 삽입하여 고정하는 것을 특징으로 하는 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트 및 웨어링과 관련된 것으로서, 몸체 표면에 내마모부재를 삽입 고착시킴으로써 내마모성을 대폭 향상시키고, 제조공정을 단순화할 수 있는 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 펌프카(Pump Car)는 시멘트콘크리트 슬러리(Slurry)를 고층 건물이나, 작업장이 멀리 떨어진 곳에 이송시켜 주

는 장비이다. 시멘트콘크리트를 Pumping 하는 펌프에는 좌우에 두 개의 실린더{Cylinder}와 피스톤{Piston}이 있고 여기에 장착되어 있는 것이 웨어플레이트{Wear Plate}이며, 이송 파이프 라인{Pipe Line}과 조립된 에스 밸브{S-Valve}에 연결되어 있는 것이 웨어링{Wear Ring}이다.

- [0003] 도1에 웨어플레이트{10}와 웨어링{30}이 도시되어 있다. 웨어플레이트{10}는 양측에 한 쌍의 통공{11}{12}이 형성된 형상으로 되어 있고, 웨어링{30}은 상기 웨어 플레이트{10}의 상부 플랜지부{22}에 밀착 조립되는 구조로 되어 있다.
- [0004] 이 웨어링{30}은 웨어플레이트{10}의 통공{11}, {12}의 상부 플랜지부{22}와 면 접촉을 하면서 좌측 펌프와 우측 펌프 사이를 번갈아 움직이며 혼합된 액상 시멘트콘크리트를 이송시키는 토출구 역할을 한다. 이렇게 면 접촉을 하는 웨어플레이트{10}와 웨어링{30}은 상호 금속 간 마찰을 일으키며, 또한 시멘트 콘크리트 속에 들어있는 자갈이나 모래와도 마찰을 하게 되어 심한 마모가 일어난다. 뿐만 아니라, 시멘트는 강한 염기성이므로 화학 반응을 일으키며 부식에 의한 마모도 일어난다.
- [0005] 이러한 물리화화적인 마모특성에 대응하기 위하여 웨어플레이트 및 웨어링 몸체의 내마모면에 초경합금 등으로 제조된 내마모성 재료를 용접으로 부착하거나 분말야금법으로 직접 제조하는 방법이 사용되어 왔다.
- [0006] 대표적인 방법으로 특허 제10-1777552호가 있는데, 이 기술은 도2, 도3에 나타난 바와 같이, 베이스{100}에 형성되는 한 쌍의 베이스홀{120}에 삽입되는 웨어플레이트링{200}과, 웨어플레이트링{200}에 대응되는 크기로 형성되는 웨어링{300}과, 상기 웨어플레이트링{200} 사이에 고정되는 스페이서{400}로 구성된 펌프카용 내마모 어셈블리가 제시되어 있다.
- [0007] 여기에서 상기 웨어플레이트링{200}과 웨어링{300}은 2 내지 5 중량%의 탄소{Carbon}, 0.4 내지 1.5 중량%의 규소{Silicon}, 0.3 내지 2 중량%의 망간{Manganese}, 6 내지 12 중량%의 바나듐{Vanadium}, 2 내지 12 중량%의 몰리브덴{Molybdenum}, 3 내지 12 중량%의 텅스텐{Tungsten}, 2 내지 8 중량%의 콜롬뮴{Columbium}, 2 내지 8 중량%의 코발트{Cobalt}, 2 내지 6 중량%의 크롬{Chromium}, 0.1 내지 1 중량%의 티타늄{Titanium}, 0.1 내지 0.2 중량%의 세륨{Cerium}과 나머지 불가피한 불순물 및 철{Fe}을 포함하는 금속재료에 의해 원심주조로 제조되며,
- [0008] 상기 스페이서{400}는 웨어플레이트링{200}과 함께 웨어링{300}에 의해 마찰되는 부분으로 원심주조가 어려우므로 내마모성을 향상시키기 위하여 페 초경 또는 페 초경분말을 이용하여 분말 야금법에 의해 제조하고, 체결부재를 이용하여 웨어플레이트에 고정되는 구조로 되어 있다.
- [0009] 그러나 이 기술은 내마모 부재를 초경이 아닌 고속도강을 원심 주조하여 웨어플레이트링과 웨어링을 만들고, 분말야금으로 제조된 스페이서를 별도로 몸체에 고정시키는 구조로 되어 있어 비용 면에서는 우수하나 내마모 부재가 충격사고로 깨어지거나 고정부위에 의해 몸체와 분리되는 결점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로, 몸체부분은 내마모 성능이 우수하면서도 쇳물상태에서 주입하는 원심주조공법으로 제작하는 것이 가능한 합금으로 제조하고, 내마모가 요구되는 표면부위에는 값이 싼 초경질 물질 또는 폐자재를 사용하여 몸체에 삽입 고정함으로써, 사용수명은 늘리고 가격은 대폭 줄일 수 있는 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링 및 그 제조방법을 제공하고자 하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링은,
- [0012] 몸체는 중량 %로 탄소{C}가 0.3%~0.8%, 망간{Mn}이 8%~12%, 크롬{Cr}이 4%~6%, 니켈{Ni}이 4%~8%, 실리콘{Si}이 2%~4%, 보론{B}이 0.3%~0.5%, 세륨{Ce}이 0.05%~0.1%, 마그네슘{Mg}이 0.05%~0.1% 기타 불가피한 불순물과 철로 된 합금 조성으로 된 주조품으로 되어 있고, 상기 몸체 표면에는 내마모부재가 삽입 용착되어 있는 것을 특징으로 하며,
- [0013] 상기 내마모부재는 SiC, TiC, WC, CBN, Si3N4 및 페 초경Tip 중에서 선택된 1종 이상의 것이 사용되며, 그 형상은 원형 또는 각형이고, 그 크기는 직경 또는 가로세로변이 10~20mm이고, 두께는 2~6mm이며, 몸체 표면의 면적당 30~60%의 분포율로 삽입 용착되어 있는 것을 특징으로 한다.

- [0014] 또한 본 발명의 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법은,
- [0015] 웨어플레이트와 웨어링의 몸체를 주조하기 위한 주형을 준비하는 단계와,
- [0016] 상기 주형의 내부 공간에 내마모부재를 고정시키는 단계와,
- [0017] 상기 내마모부재가 고정된 주형에 중량 %로 탄소{C}가 0.3%~0.8%, 망간{Mn}이 8%~12%, 크롬{Cr}이 4%~6%, 니켈{Ni}이 4%~8%, 실리콘{Si}이 2%~4%, 보론{B}이 0.3%~0.5%, 세륨{Ce}이 0.05%~0.1%, 마그네슘{Mg}이 0.05%~0.1% 기타 불가피한 불순물과 철로 된 합금 조성으로 된 용탕을 주입하고 응고하여 몸체를 주조하는 단계와,
- [0018] 상기 주조된 몸체를 가열로에서 가열하고 급냉하는 열처리 단계와,
- [0019] 상기 열처리된 몸체를 황삭 및 정삭 기계가공하여 완제품으로 제조하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 하며,
- [0020] 상기 몸체를 주조하는 단계에서 용탕의 주입은 1450℃~1550℃에서 실시되며,
- [0021] 상기 열처리단계는 가열로에서 1050~1100℃로 가열한 후 워터 쿨링하는 것을 특징으로 하며,
- [0022] 상기 주형은 자경성 주형이 사용되며,
- [0023] 상기 내마모부재는 SiC, TiC, WC, CBN, Si3N4 및 페 초경Tip 중에서 선택된 1종 이상의 것이 사용되며, 상기 자경성 주형에 삽입하여 고정하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명에 의하면, 본 발명 웨어플레이트와 웨어링의 몸체를 내마모성이 매우 우수한 고 망간 특수강 재질로 하여 고주파 유도에서 용해를 거쳐 사형주조{Sand Casting} 또는 금형 주조로 한 번에 일체형으로 제작하고, 제조되는 주조물 표면에 내마모부재를 삽입시키되 내마모부재는 저렴한 재료를 사용하거나 불량품 또는 폐 절삭공구 등을 활용하여 사용함으로써, 제조공정이 매우 간단하고 재료비가 저렴하여 총 제조단가를 대폭 낮출수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도1 종래 웨어플레이트와 웨어링의 사시도 도2 종래 웨어플레이트의 분해도 도3 종래 웨어링의 사시도 도4 본 발명 웨어플레이트 와 웨어링의 사시도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 본 발명의 웨어플레이트{10}와 웨어링{30}이 도4에 도시되어 있다.
- [0027] 도4에 따르면, 웨어플레이트{10}의 내마모면{20}에는 내마모부재{24}가 삽입고정되어 있고, 웨어링{30}의 하부면 즉, 웨어플레이트와 면접하는 내마모면 전체에도 상기와 같은 내마모부재가 삽입 고정되어 있다.
- [0028] 본 발명의 웨어플레이트{10}와 웨어링{30}의 몸체는 중량 %로 탄소{C}가 0.3%~0.8%, 망간{Mn}이 8%~12%, 크롬{Cr}이 4%~6%, 니켈{Ni}이 4%~8%, 실리콘{Si}이 2%~4%, 보론{B}이 0.3%~0.5%, 세륨{Ce}이 0.05%~0.1%, 마그네슘{Mg}이 0.05%~0.1% 기타 불가피한 불순물과 철로 된 합금 조성으로 된 주조품으로 되어 있고, 상기 몸체 표면에는 내마모부재{24}가 삽입 용착되어 있는 것을 특징으로 하며,
- [0029] 상기 내마모부재{24}는 SiC, TiC, WC, CBN, Si3N4 및 페 초경Tip 중에서 선택된 1종 이상의 것이 사용되며, 그 형상은 원형 또는 각형이고, 그 크기는 직경 또는 가로세로변이 10~20mm이고, 두께는 2~6mm이며, 내마모부재{24}는 몸체 표면의 면적당 30~60%의 분포율로 삽입 용착되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0030] 본원 발명에서 가장 중요한 기술적 사항의 하나는 Wear Plate와 Wear Ring의 Body로 사용되는 합금강 재질이다. Body 용 재질이 구비해야할 물성에서 가장 중요한 물성은 내마모성이며 기존의 용접재로 사용되는 Stellite의 내마모성과 비교하여 우수하거나 동등해야 한다.
- [0031] 다음으로 가격이 저렴해야 하는데 그 이유는 Base Plate 전체를 당 합금 재질로 사용하기 때문이며 합금비가 비싸면 가격이 올라간다. 또한 주조성{Castability}이 우수해야 한다. Base Plate의 형상이 복잡하거나 얇지 않기 때문에 주조성이 그렇게 중요하진 않지만 내마모 부재인 SiC, TiC, WC, cBN등을 쇳물이 쉽게 감싸 주어야 하기 때문에 쇳물의 유동성이 좋아야 한다.
- [0032] 이러한 필요 물성을 구비한 재질로 본원 발명에서는 탄소{C} 성분이 중량비로 0.3% 내지 1.0%로 하고 실리콘

{Si}을 2%내지 4%, 크롬{Cr}을 4% 내지 6%, 망간{Mn}을 8%내지 12%, 니켈{Ni}을 4% 내지 8%, 보론{B}을 0.2% 내지 0.4%, 세륨{Ce}을 0.05% 내지 0.1%, 마그네슘{Mg}을 0.01%내지 0.03%, 알루미늄{Al}을 0.15%내지 0.3% 이고 나머지는 불가피한 불순물{유황, 인 등}과 철{Fe}로 된 합금강을 사용한다.

[0033] 본원 발명에서 탄소는 탄화물{Carbide}을 구성하는 필수 성분이며 모든 탄화물이 경도가 매우 높은 금속간화합물이므로 내마모성을 증대시키는 역할을 하기 위해 합금한다. 당 재질은 가공경화{Work hardening} 현상이 매우 높은 재질이기 때문에 비록 탄화물이 적더라도 내마모성은 높다. 그러나 내 충격강도를 높여야 하는 부품에서는 탄소를 0.1%이하로 낮추는 것이 유리하나 내마모성이 더 중요한 경우는 탄소를 높이는 것이 유리하다. 본원 발명 제품인 Wear Plate 및 Wear Ring에는 충격 강도도 주요하지만 내마모성이 더 중요하므로 C 성분을 0.3%~1.0%로 제한한다. 탄소성분이 0.3%이하이면 내마모성이 떨어지고 1.0%이상이면 충격강도가 떨어진다.

[0034] 여기서 실리콘{Si}은 2%내지 4%로 한정하는 이유는 Si는 탈산의 효과가 우수하고, Fe, Mn, Ni 등과 공정반응{Eutectic Reaction}에 의해 당 합금의 용점{Melting Point}을 크게 낮추어 준다. 용점이 낮아지면 쇳물의 유동성이 좋게 되고 이에 따라 주조성이 크게 향상된다. 본원 발명에서 주조성은 매우 중요하며 상기 내마모 부재인 Insert Tip과의 용착에 주조성이 좋아야 접합강도가 좋아 지기 때문이다. 이러한 특성 때문에 실리콘{Si}을 2%내지 4%를 합금하며 2%이하일지라도 탈산에는 별 문제가 없으나 주조성 면에서는 2%이상 4%가 가장 좋은 효과를 나타내었다. Si가 4%이상이면 Silicon Ferrite 조직이 나타나 취성이 발생할 수 있어 4%로 제한하였다.

[0035] 여기서 망간{Mn}은 니켈과 함께 오스테나이트{Austenite} 조직을 안정화시키는 가장 강력한 원소이다. 또한 가공경화{Work Hardenability}를 일으키는 가장 강력한 원소이기도 하다. Jaw Crasher, Con Crusher와 같은 암반이나 자갈류를 분쇄하는 치판{齒板}의 내마모 재료로 사용되는 Hadfield Steel이 대표적인 고 망간강이다. 가공경화 현상이란 초기 Austenite 경도는 브리넬경도로 HB200 정도이나 충격 에너지나 마찰에너지를 받으면 그 경도가 HB600 전후 까지 증대되는데 이는 Austenite 조직이 Martensite 조직으로 변태가 일어나기 때문이며 이런 현상을 가공경화 현상이라고 한다.

[0036] 본원 발명에서 Mn을 합금하는 이유는 상기 가공경화 현상에 의한 내마모성 증대를 위함이다.

[0037] 상온에서 완전한 Austenite조직을 얻기 위해서는 Mn이 8%이상이어야하고 가공경화 현상을 최대화 하기 위해서는 Mn을 14%이상으로 합금하는 것이 좋으나 본원 발명에서는 니켈을 합금하여 보완하고 있기 때문에 망간의 함량을 8%내지12%로 제한한다. Mn을 12%이상 합금하게 되면 크롬과의 상호 작용에 의해 취성이 발생하므로 12% 이하로 제한한다.

[0038] 여기서 크롬{Cr}은 강도와 초기 경도를 높여주기 위하여 합금하며 역시 중량비로 4%내지 8%로 한정한다. 크롬은 탄소나 보론과 결합하여 크롬카바이드나 크롬보라이드를 형성하게 되고 이들 화합물은 강도와 경도를 높여 주게 되고 당 재료의 내마모성을 증대시켜주는 역할을 하게된다. Hadfield Steel에서는 크롬의 함량을 2%나 3% 정도를 합금해도 내마모성의 증대 효과가 있다.

[0039] 본원 발명의 Wear Plate, Wear Ring에서는 Stellite에 필적하는 내마모성을 얻기에는 다소 미흡하므로 최소 크롬함량을 4%이상으로 하고 그 상한치를 8%이하로 한정한 이유는 역시 8%이상에서는 취성이 커지는 현상 때문에 한정했다.

[0040] 여기서 니켈{Ni}은 망간과 함께 강력한 Austenite 안정화 원소이며 가공경화 현상을 일으키는 중요 원소이다. 니켈은 합금의 인성과 강도를 높이는 데는 망간 보다 더욱 우수하며 망간강은 인장강도에 비해 항복강도가 낮은 결점이 있는데 반해 니켈은 급격한 항복강도의 저하가 없도록 한다. 망간에 비해 가격이 4~5배나 비싸지만 본원 발명의 합금에서는 가공경화 현상을 쉽게 조장하는 역할 외에 보론과 결합하여 석출경화에 의한 경도 증대에도 탁월한 효과가 있어 4% 내지 6%를 합금한다. Ni를 4%이하일 경우 상온에서 100% Austenite 조직을 얻기 힘들고, 6%이상 합금하면 지나치게 Austenite조직을 안정화 시켜 오히려 Martensite변태를 더디게 하여 내마모성이 떨어진다. 또한 당 합금에서 가장 비싼 원소이기에 원가도 상승한다.

[0041] 여기서 보론{B}을 0.3%내지 0.5%를 합금하는데 보론은 탄소와 결합하여 Boron Carbide를 만들기도 하고 Cr, Ni, Mn 등과 결합하여 Boride를 형성하기도 한다. 보론은 탄소와 매우 유사한 성질을 가지고 있으며 탄소를 보완하는 역할을 한다. 보론은 탄소에 비해 결정입자를 미세하게 하는 역할과 탄소 단독 합금하는 것 보다 혼합하여 합금할 경우가 충격강도, 인장강도, 내식성 등이 훨씬 우수하다. 일반적인 보론강에서는 보론을 0.0005%에서 0.005% 정도 합금하여 소입성을 높이는 목적으로 보론을 합금하지만 당 합금에서는 보라이드 형성을 통해 가공경화성 증대와 석출경화에 의한 내마모성 증대를 위해 합금한다. 보론 함량이 0.3% 이하이면 그 효과가 떨어지고 0.5% 이상 합금하면 초기경도를 높이는 데는 유용하지만 Martensite 변태 후 취성이 생기는 결점이 있어

0.5%로 한정한다.

- [0042] 여기서 희토류금속(Rare Earth Metal)인 세륨(Ce)을 0.1% 내지 0.2%정도 합금하는 이유는 세륨은 강력한 탈황, 탈산제이며 결정입자를 미세화 시켜 충격강도와 인장강도를 높여주기 때문이다. 고가의 원소이나 구상흑연 주철의 구상화제로 사용하는 Fe-Si-Mg-Ce 합금철을 사용함으로써 값싸게 합금할 수 있다.
- [0043] 여기서 마그네슘(Mg)은 강력한 탈산, 탈황제로써 0.01% 내지 0.03%로 합금하는 것은 상기 Fe-Si-Mg-Ce 합금철을 사용함에 따른 부가적인 잔류 원소이다.
- [0044] 마그네슘은 산화력이 매우강하고 증발온도가 1,104 도C 밖에 안되기 때문에 순 마그네슘은 합금 할 수 없다. 따라서 Fe-Si-Mg-Ce 으로 된 구상흑연 주철용 구상화제를 사용해야하고 그것도 유도로 속에 직접 투입은 불가능하므로 Ladle 바닥에 먼저 투입하고 용강을 출강함으로써 합금이 가능하다.
- [0045] 여기에서 내마모 부재로 사용하는 Insert 용 초 경도 물질인 SiC는 탄화 실리콘(Silicon Carbide)으로 그 경도는 HV2,800 정도이고 비중은 3.21이다. 이 SiC는 경도가 매우 높아 내마모성이 우수하고 가격이 저렴한데 반해 금속 간 습윤성(Wetability)이 나쁜 것이 결점이다.
- [0046] TiC는 티타늄카바이드(Titanium Carbide)로 그 경도는 HV3,200이고 비중은 4.93이다. TiC 역시 내마모성이 우수하고 중량 대비 가격은 WC에 50% 이하이지만 Wetability가 나쁘다.
- [0047] cBN은 Cubic 질화보론(Boron Nitride)으로 그 경도는 HV4,500이고 비중은 3.45이다. cBN(Cubic Boron Nitride)는 Diamond 다음으로 경도가 높은 물질이며 내마모성 역시 Diamond 다음이다. 가격이 다소 높고 Wetability가 나쁜 것이 결점이다.
- [0048] 초경 재료인 WC는 텅스텐카바이드(Tungsten Carbide)로 그 경도는 HV1,800~HV2,300이고 그 비중은 15.4이다. 실제로 초경 상태의 경도는 HV1,050~HV1,350 정도이다. 비중이 높아 가격이 상대적으로 높은 것이 최대 결점이나 Wetability가 좋은 것이 장점이다.
- [0049] 본원 발명에서 사용하는 내마모 부재는 상기 SiC, TiC, cBN, WC 등을 선택적으로 사용할 수도 있으며, 2~3가지를 같이 사용할 수도 있다. 본원 발명에서 사용할 상기 초경 물질은 동전처럼 생긴 원형이거나 다각형 형태로 제작된 것을 사용하며 그 크기는 가로 세로가 1cm 내지 1.5cm 정도의 크기의 면적에 그 두께는 3~7mm 이다.
- [0050] 가장 이상적인 형상은 파이프를 얇게 절단한 형상이거나 엽전 형상이며 그 직경의 크기는 10mm 내지 20mm이고 그 두께는 역시 3mm 내지 7mm이다. 이 내마모 부재인 초경 물질의 크기를 상기 크기로 제한하는 이유는 Wear Plate 몸체와 Wear Ring 몸체에 Molding 되어 사용됨에 따라 혹시 사용 중 충격에 의해 초경 물질이 파단 되는 것을 막는데 그 목적이 있다.
- [0051] 내마모 부재는 Base Metal 표면층 속에 Molding 되어 있으며, Plate 표면과 Ring 표면이 상호 마찰을 일으킬 시 Bearing 역할을 함과 동시에 마모를 방지하는 치아(Teeth) 역할을 한다. 이때 내마모 부재의 형상이 각진 형상이면 측면 충격에서 파단을 일으킬 수도 있으므로 원형이 좋으나 부재의 크기가 크지 않을 경우는 문제가 되지 않는다. 다만 원주형이면 훨씬 충격강도를 이기는데 유리하다.
- [0052] 상기 SiC, TiC, cBN, WC 로 성형된 내 마모 부재는 신재이거나 제작시 발생하는 불량재나, 사용 후 폐기되는 절삭공구 Tip 등도 공히 사용이 가능하다. 왜냐하면 이들 내마모 부재는 Wear Plate나 Wear Ring의 표면에 박혀 Bearing 역할과 마모가 일어나지 않는 초 경질의 이빨과 같은 역할만 하면 되기 때문이다. 이들 중 가장 바람직한 재료는 꽤 절삭공구Tip이며 이것은 신재에 비해 가격이 매우 저렴하다. 또한 상기 꽤 절삭공구 Tip에는 TiC, cBN, WC 등이 단독 또는 2~3가지가 복합되어 있어 경도가 높고 Wetability가 우수하다.
- [0053] 상기 초경재료인 내마모 부재를 Wear Plate와 Wear Ring 상면에 Insert시키는 방법에 있어 기존의 초경제품의 경우 수작업에 의해 Stellite 용접 방법으로 제작하였으나, 본원 발명에서는 Mn-Cr-Ni-Si-B 계 내마모 합금강 재질의 쇳물을 직접 주조하며, 미리 주형(Sand Mold)속에 정치 시켜둔 내 마모 부재에 직접 주입함으로써 상기 내마모 부재는 자동으로 쇳물에 싸여 완벽하게 Insert 된다.
- [0054] 또한 본 발명의 콘크리트 펌프카에 사용되는 웨어플레이트와 웨어링의 제조방법은, 상기 웨어플레이트와 웨어링의 몸체를 주조하기 위한 주형을 준비하는 단계와, 상기 주형의 내부 공간에 내마모부재를 고정시키는 단계와,
- [0055] 상기 내마모부재가 고정된 주형에 중량 %로 탄소{C}: 0.3%~0.8%, 망간{Mn}: 8%~12%, 크롬{Cr}: 4%~6%, 니켈{Ni}: 4%~8%, 실리콘{Si}: 2%~4%, 보론{B}: 0.3%~0.5%, 세륨{Ce}: 0.05%~0.1%, 마그네슘{Mg}: 0.05%~0.1%, 기타 불가피한 불순물과 철로 이루어진 합금용탕을 주입하고 응고하여 몸체를 주조하는 단계와,

- [0056] 상기 주조된 몸체를 가열로에서 가열하고 급냉하는 열처리 단계와,
- [0057] 상기 열처리된 몸체를 황삭 및 정삭 기계가공하여 완제품으로 제조하는 단계로 구성되는 것을 특징으로 한다.
- [0058] 상기 몸체를 주조하는 단계에서 용탕의 주입은 1450℃~1550℃에서 실시되며,
- [0059] 상기 열처리단계는 가열로에서 1050~1100℃로 가열한 후 워터 퀴칭하는 것을 특징으로 하며,
- [0060] 상기 주형은 자경성 주형이 사용되며,
- [0061] 상기 내마모부재는 SiC, TiC, WC, CBN, Si3N4 및 페 초경Tip 중에서 선택된 1종 이상의 것으로서, 상기 자경성 주형에 삽입하여 고정하는 것을 특징으로 한다.
- [0062] 여기에서 내마모부재를 자경성 주형의 내부 공간에 고정시키는 이유는 내마모 부재는 SiC, TiC, WC, 페 초경공구 등의 재질로 된 엽전형상 또는 각형으로 된 소형의 물체이다 이것을 주형 공간에 고정시키지 않고 쇳물을 주입하면 쇳물에 휩쓸리거나 다른 곳으로 흘러가게 된다. 따라서 주형 공간 내 소정의 위치에 고정시키고 쇳물을 주입해야하기 때문이다.
- [0063] 주조단계에서 용탕의 주입을 1450℃~1550℃에서 실시하는 이유는 이 온도가 가장 적정한 주입 온도이기 때문이며, 주입 온도가 더 높을 경우는 결정 입자가 조대해지고 수축공 결함이 발생할 소지가 있고, 이 온도 보다 낮을 경우 쇳물이 급격히 굳어버려 Misrun 불량 발생하기 때문이다.
- [0064] 열처리를 가열로에서 1050~1100℃로 가열한 후 워터 퀴칭하는 이유는 고 망간강 재질의 Water Quenching 특성 온도이며 이 열처리하는 경화를 위한 열처리가 아니고 합금 조직을 Austenite 화 하기 위한 열처리다. 이 열처리를 하고난 후의 경도는 HB200~230정도이나 충격이나 가공에너지를 받으면 Austenite 조직이 Martensite 조직으로 바뀌고 경도는 HB500~600으로 크게 상승하는 가공경화{Work Hardening}가 일어나서 내 마모성이 우수해 지기 때문이다.
- [0065] <실시예>
- [0066] 먼저 다음 표1에 나타난 바와 같은 합금 재질을 갖추기 위해 장입계산 된 고철과 합금철을 고주파 전기유도로써 장입하고 전기에너지로 용해한다.

표 1

[0067]

	C	Si	Mn	Cr	Ni	B	Ce	Al	Co	Mg
실시예 1	0.5	3.8	10.0	5.5	5.0	0.4	0.1	0.2	-	0.01
실시예2	0.6	3.9	10.5	5.3	5.0	0.3	0.1	0.21	-	0.02
실시예3	0.7	4.0	10.4	5.4	5.1	0.2	0.1	0.2	-	0.02
실시예4	0.8	3.9	10.3	5.2	4.9	0.2	0.1	0.18	-	0.01
비교예 1	0.2	2.0	8.0	5.0	4.0	-	-	0.15	-	-
비교예 2Hadfield강	1.2	1.0	14.0	2.0	0.1	-	-	-	-	-
비교예 315Cr3Mo	3.0	0.6	0.4	16	0.1	-	-	-	Mo;3.0	-
비교예 4Nitronic60	0.1	4.0	8.0	16.0	7.0	-	-	N;0.15	Mo;0.02	Cu;0.05
비교예 5Stellite6	1.0	-	1.2	30	-	-	-	W;4.5	Co;63	-

- [0068] 내마모 합금 재질의 화학성분{중량%}
- [0070] 다음에 웨어플레이트와 웨어링을 주조하기 위한 주형을 제조하고, 여기서 상기 초경재료인 내마모 부재를 규사로 제작된 주형{Sand Mold} 속에 고정시키고 도형제를 붓으로 바르거나 분무 도포한다.
- [0071] 이 후 주형을 가스 토치로 예열 및 수분을 건조한 후 합형하여 둔다.
- [0072] 이때 주형은 자경성 주형을 사용해야하는데, 무기 자경성 주형인 규사에 바인더로 규산소다를 사용하고 경화용 가스로 CO2가스를 사용하여 제작하는 CO2 Process를 사용하는 것이 가장 좋으며, 유기 자경성 Process인 Furan Process나 Pepset Process 또는 Resin Coated Sand를 사용하는 Shell Process로 제작한 주형을 사용해도 좋다.

- [0073] 이렇게 제작한 주형에 상기 고주파 유도로에서 용해한 내마모성이 우수한 망간, 크롬, 니켈이 주성분으로 된 합금강을 주입하여 주조 작업을 완료하고,
- [0074] 이 후 탕구게 등을 제거하고 탈사{Shot Blasting}처리를 한 후 열처리로에서 1,050도C 까지 승온한 후 2시간 유지하고 Water Quenching 열처리를 하고, 이후 전면에 대해 황삭 가공을 하여 완제품을 제조한다.
- [0075] 표2에 상기 본원 발명의 내마모성이 우수하고 충격 강도가 우수한 망간-크롬-니켈이 주성분인 합금강의 화학 성분과 물리적 성질에 대한 테스트 결과가 나타나 있다.

표 2

[0076]

	인장강도 {kg/mm2}	연신율{%}	경도{HRC}	마모량 비교{mg/1000회}	비고
실시예1	125	14.2	52	2.55	가공경화 후
실시예2	132	12.6	55	2.48	가공경화 후
실시예3	140	11.8	57	2.45	가공경화 후
실시예4	165	8.5	62	2.21	가공경화 후
비교예1	150	4.0	54	3.18	가공경화 후
비교예2	120	6.0	52	6.24	가공경화 후
비교예3	-	0.3	65.3	1.09	열처리 후
비교예4	73.5	30	HRB95	4.01	열처리 후
비교예5	73.8	1.2	45.8	2.23	열처리 후

[0077]

내 마모 합금 재질별 물성 비교

[0079]

표2에 나타난 바와 같이, 본원 발명의 합금강인 실시예1~4가 가장 저렴한 재료인데도 불구하고 기계적 성질인 인장강도, 연신율, 경도 등이 비교예에 비하여 매우 우수하고, 특히 내마모성은 비교예 5의 스텔라이트강과 필적하는 것으로 나타나 있다.

[0080]

비교재 2는 고망간강{상표명:Hadfield Steel}이며 크라샤의 치판 등으로 사용되고 있는 내마모강이다.

[0081]

비교재3은 고크롬 백주철{High Chromium White Cast Iron}이며 주철 재료 중에서는 내마모성이 가장 우수하다. 단지 이 재질은 신율이 제로에 가깝고 취성이 매우 강해 충격강도가 요구되는 부품에는 사용이 불가능하다.

[0082]

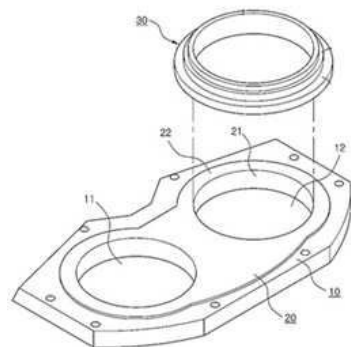
비교재4는 특허로 등록된 내마모재이며 고온 내마모성이 우수하고 충격강도가 매우 높다. 경도가 낮아 내 마모성이 떨어진다.

[0083]

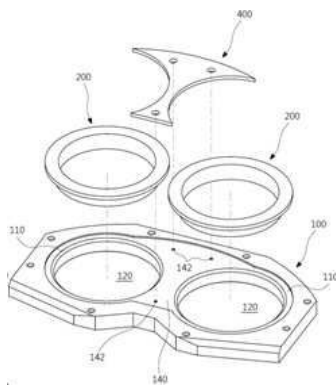
비교재5는 Stelite6이라는 유명한 내마모강의 상표명이며 고온 내 마모성이 뛰어난 것으로서, 주로 용접재로 많이 사용되고 크롬이 30%, 텅스텐이 4.5% Cobalt가 63%나 들어있어 가장 비싼 재료이다. 기존의 초경 Insert Wear Plate, Wear Ring의 용접재로 사용되는 Super Alloy이다.

도면

도면1



도면2



도면3



도면4

