



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0088113
(43) 공개일자 2016년07월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
E02F 9/28 (2006.01) C23C 4/08 (2016.01)
C23C 4/12 (2016.01) C23C 4/18 (2006.01)
(52) CPC특허분류
E02F 9/285 (2013.01)
C23C 4/073 (2016.01)
(21) 출원번호 10-2015-0007412
(22) 출원일자 2015년01월15일
심사청구일자 2015년01월15일

(71) 출원인
경상대학교산학협력단
경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)
(72) 발명자
임수근
경상남도 진주시 가좌안골길21번길 5, 101동 901
호 (가좌동, 가좌제일풍경채)
박율민
경상남도 함안군 산인면 송산로 213-2
(74) 대리인
특허법인 무한

전체 청구항 수 : 총 8 항

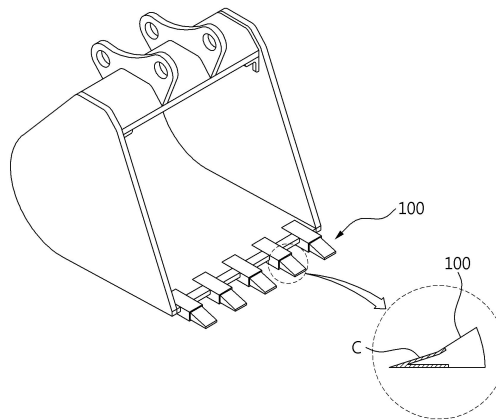
(54) 발명의 명칭 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법

(57) 요약

일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스는, 상기 굴삭기의 버킷 티스 표면이 예열된 다음, 니켈계 자용성 합금 분말로 용사 코팅되고, 상기 니켈계 자용성 합금 분말의 녹는점 이상 온도로 후열 처리되어, 표면에 니켈계 자용성 합금 코팅층이 형성될 수 있다.

대표도 - 도1

10



(52) CPC특허분류

C23C 4/123 (2016.01)

C23C 4/18 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2014-0406

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 산학협력선도대학육성사업

연구과제명 내마모성 굴삭기 Bucket Teeth 개발

기 여 율 1/1

주관기관 경상대학교

연구기간 2014.06.01 ~ 2014.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

굴삭기의 버킷에 장착되는 굴삭기의 버킷 티스에 있어서,

상기 굴삭기의 버킷 티스 표면이 예열된 다음, 니켈계 자용성 합금 분말로 용사 코팅되고, 상기 니켈계 자용성 합금 분말의 녹는점 이상 온도로 후열 처리되어, 표면에 니켈계 자용성 합금 코팅층이 형성되는, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 니켈계 자용성 합금 분말은 상기 니켈계 자용성 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 3.5 내지 4.5, B: 3.5 내지 4.5, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 14.0 내지 18.0, Cu: 2.5 내지 3.5, Mo: 2.5 내지 3.5 및 나머지 Ni를 포함하는, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 니켈계 자용성 합금 분말은 상기 니켈계 자용성 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 2.0 내지 3.0, B: 2.0 내지 3.0, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 10.0 내지 12.0, Ni: 42 내지 50, WC-Co: 30 내지 40 및 기타 불순물을 포함하는, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 WC-Co는 상기 WC와 상기 Co가 8.5:1.5 내지 9.5:0.5의 중량비로 혼합되는, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 니켈계 자용성 합금 분말의 평균 입도는 43 내지 120 μm 인, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 굴삭기의 버킷 티스는 표면 온도가 100℃ 내지 120℃에 도달될 때까지 예열되는, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 7

제1항에 있어서,

용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스의 후열 처리는 800℃ 내지 1000℃로 가열되는 1차 가열 및 1000℃ 내지 1100℃

로 10분 내지 20분 동안 가열되는 2차 가열을 포함하는, 굴삭기의 버킷 티스.

청구항 8

제1항에 있어서,

후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스는 700℃ 내지 800℃에서 1시간 내지 2시간 유지된 후에 노냉되는, 굴삭기의 버킷 티스.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 니켈계 자용성 합금층의 코팅 및 후열처리를 통해 경화층을 형성함으로써, 경도 및 내마모성을 향상시킬 수 있는 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 건설 기계의 일종인 굴삭기는 토사나 암석을 채굴하기 위해 사용되는 토목 기계로서, 택지조성사업, 도로 및 하수도 공사, 하천개조 및 차수공사, 터널 및 지하철 공사, 토석 채취작업, 임야개간공사, 토사 적재작업 등의 다양한 작업을 할 수 있도록 제작된 것이다.

[0003] 이와 같은 굴삭기는 공지된 바와 같이, 이송장치와 운전실을 갖는 본체기기에 상하 방향으로 회동 가능하도록 붐이 연결되고, 붐의 선단에는 상하 방향으로 회동가능하도록 아암이 연결되며, 아암의 선단에는 상하 방향으로 회동 가능하도록 버킷이 연결되는 바 상기 각각의 연결부분에는 유압기구가 형성되고 운전실의 조작으로 유압기구의 동작을 제어함으로써 다양한 절곡동작에 따른 작업이 가능한 것이다.

[0004] 상기 굴삭기의 구성에서 버킷은 지반에 접촉하여 토사 및 암석 등을 파내고 담아올리는 것으로, 이 과정에서 단단한 지반 및 각종 석재와의 접촉에 따른 마찰로 버킷에는 마모현상이 일어나며 이는 버킷의 수명을 단축시킬 수 있다.

[0005] 이와 같은 버킷 마모의 문제점을 보완하기 위하여, 1997년 12월 29일에 출원된 KR 1997-0077000에서는 굴삭기의 내마모 버킷에 대하여 개시된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 일 실시예에 따른 목적은 니켈계 자용성 합금층의 코팅 및 후처리를 통해 경화층을 형성함으로써, 경도 및 내마모성을 향상시킬 수 있는 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법을 제공하는 것이다.

[0007] 일 실시예에 따른 목적은 최적의 밀착력 및 기공률을 가지는 내마모성 용사 코팅을 통해 수명을 향상시킬 수 있는 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법을 제공하는 것이다.

[0008] 일 실시예에 따른 목적은 용사 공정 및 가공 공정의 최적화를 통하여, 내마모성이 요구되는 기계 부품에 다양하게 적용 및 응용될 수 있는 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스는, 상기 굴삭기의 버킷 티스 표면이 예열된 다음, 니켈계 자용성 합금 분말로 용사 코팅되고, 상기 니켈계 자용성 합금 분말의 녹는점 이상 온도로 후열 처리되어, 표면에 니켈계 자용성 합금 코팅층이 형성될 수 있다.

[0010] 일 측에 의하면, 상기 니켈계 자용성 합금 분말은 상기 니켈계 자용성 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 3.5 내지 4.5, B: 3.5 내지 4.5, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 14.0 내지 18.0, Cu: 2.5 내지 3.5, Mo: 2.5 내지 3.5 및 나머지 Ni을 포함할 수 있다.

- [0011] 일 측에 의하면, 상기 니켈계 자용성 합금 분말은 상기 니켈계 자용성 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 2.0 내지 3.0, B: 2.0 내지 3.0, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 10.0 내지 12.0, Ni: 42 내지 50, WC-Co: 30 내지 40 및 기타 불순물을 포함할 수 있다.
- [0012] 일 측에 의하면, 상기 WC-Co는 상기 WC와 상기 Co가 8.5:1.5 내지 9.5:0.5의 중량비로 혼합될 수 있다.
- [0013] 일 측에 의하면, 상기 니켈계 자용성 합금 분말의 평균 입도는 43 내지 120 μm 일 수 있다.
- [0014] 일 측에 의하면, 상기 굴삭기의 버킷 티스는 표면 온도가 100℃ 내지 120℃에 도달될 때까지 예열될 수 있다.
- [0015] 일 측에 의하면, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스의 후열 처리는 800℃ 내지 1000℃로 가열되는 1차 가열 및 1000℃ 내지 1100℃로 10분 내지 20분 동안 가열되는 2차 가열을 포함할 수 있다.
- [0016] 일 측에 의하면, 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스는 700℃ 내지 800℃에서 1시간 내지 2시간 유지된 후에 노냉될 수 있다.

발명의 효과

- [0017] 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법에 의하면, 니켈계 자용성 합금층의 코팅 및 후처리를 통해 경화층을 형성함으로써, 경도 및 내마모성을 향상시킬 수 있다.
- [0018] 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법에 의하면, 최적의 밀착력 및 기공률을 가지는 내마모성 용사 코팅을 통해 수명을 향상시킬 수 있다.
- [0019] 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법에 의하면, 용사 공정 및 가공 공정의 최적화를 통하여, 내마모성이 요구되는 기계 부품에 다양하게 적용 및 응용될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스를 도시한다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 코팅 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 3은 열처리 온도에 따른 Ni-Base 자용성 합금의 단면조직을 도시한다.
- 도 4는 열처리 온도에 따른 Ni-Base 자용성 합금의 계면조직을 도시한다.
- 도 5는 열처리 온도에 따른 WC계 자용성 합금의 단면조직을 도시한다.
- 도 6은 열처리 온도에 따른 WC계 자용성 합금의 계면조직을 도시한다.
- 도 7은 최적 조건 코팅층의 내부 및 계면 크랙 시험 결과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하에서, 본 발명에 따른 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명이 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [0022] 도 1은 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스를 도시한다.
- [0023] 도 1을 참조하여, 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스(100)는 굴삭기의 버킷(10)에 장착될 수 있다.
- [0024] 상기 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면에는 코팅층(C)이 형성될 수 있다. 상기 코팅층(C)은 예를 들어, 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면 전부 또는 일부에 형성될 수 있다.
- [0025] 상기 코팅층(C)은 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면의 내마모성을 향상시키기 위하여, 니켈계 자용성 합금 분말을 이용하여 용사 코팅될 수 있다.
- [0026] 여기서, 자용성 합금은 붕소나 실리콘의 함량이 1.5%이상인 니켈 또는 코발트를 주성분으로 하는데, 붕소는 니켈과 코발트의 경도를 높여줄 수 있고, 붕소와 실리콘은 합금의 용점을 낮추어 낮은 온도에서 녹는점을 형성할 수 있으며, 붕소와 실리콘의 화합에 의해 형성된 얇은 유리피막은 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면 산화를 줄여줄 수 있다. 그러므로, 굴삭기의 버킷 티스(100)에 니켈계 자용성 합금 분말을 이용한 코팅층(C)을 형성함으로써, 굴삭기의 버킷 티스(100)의 내마모성을 효과적으로 향상시킬 수 있다.

- [0027] 이때, 니켈계 자용성 합금 분말의 평균 입도는, 43 내지 120 μm 로 될 수 있다. 만약 니켈계 자용성 합금 분말이 상기의 평균 입도를 벗어나는 경우, 굴삭기의 버킷 티스(100)에 대한 용사코팅의 용착 효율이 저하될 수 있다.
- [0028] 구체적으로, 니켈계 자용성 합금 분말은, 전체 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 3.5 내지 4.5, B: 3.5 내지 4.5, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 14.0 내지 18.0, Cu: 2.5 내지 3.5, Mo: 2.5 내지 3.5 및 나머지 Ni를 포함할 수 있다. 바람직하게, 니켈계 자용성 합금 분말은, C: 0.5, Si: 4.0, B: 4.0, Fe: 2.5, Cr: 16.0, Cu: 3.0, Mo: 3.0 및 나머지 Ni를 포함할 수 있다.
- [0029] 또한, 니켈계 자용성 합금 분말은, 전체 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 2.0 내지 3.0, B: 2.0 내지 3.0, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 10.0 내지 12.0, Ni: 42 내지 50, WC-Co: 30 내지 40 및 기타 불순물을 포함할 수 있다. 바람직하게, 니켈계 자용성 합금 분말은, C: 0.5, Si: 2.5, B: 2.5, Fe: 2.5, Cr: 11.0, Ni: 46 및 WC-Co: 35를 포함할 수 있다.
- [0030] 이때, WC-Co는 상기 Wc와 상기 Co가 8.5:1.5 내지 9.5:0.5의 중량비로 혼합될 수 있으며, 바람직하게 9:1의 중량비로 혼합될 수 있다.
- [0031] 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면에 코팅층(C)을 형성함에 있어서, C, B, Fe, Cr, Ni, WC 및 Co 등의 구성 요소들은 각각 독자의 특성이 있기 때문에, 그 특성을 살리면서, 트랙 부위의 마모성을 향상시키기 위해서는 이들을 적절한 비율로 조합하는 것이 요구될 수 있다.
- [0032] 예컨대, C(탄소)는 Cr과 결합하여 경도가 우수한 Cr_3C_2 을 형성시켜 코팅층(C)의 경도를 증가시키는 역할을 할 수 있다. C가 0.4 중량부 이하로 함유되면 코팅층의 경도가 저하될 수 있으며, C가 0.6 중량부 이상으로 되면 코팅층에 Cr_3C_2 의 생성이 많아져 오히려 코팅층이 취약하게 될 수 있다.
- [0033] Si(실리콘) 및 B(브론)은 용사 합금 분말의 녹는점을 낮추어 공정상을 형성시키는 원소들로, 각각 2.0 중량부 이하로 함유되면 합금 분말의 녹는점이 높아지면서 코팅층(C)에 기공의 발생 가능성이 높아져 코팅층(C)이 박리될 수 있으며, Si이 3.0 중량부 이상 함유되거나 B이 3.0 중량부 이상 함유되면 녹는점이 낮아지면서 코팅층(C)에 편석이 발생되어 불균일한 코팅층(C)을 형성할 수 있다.
- [0034] Fe(철)은 B과 Si에 의해 녹는점이 낮아진 합금 분말의 유동성을 낮추어 코팅층(C)의 두께형 성능을 향상시킬 수 있다. Fe의 함유량이 2.0 중량부 이하로 되면 내열, 내충격 특성이 저하될 수 있고, Fe의 함유량이 3.0 중량부 이상으로 되면 타 구성성분의 비율이 상대적으로 줄어들 수 있다.
- [0035] Cr(크롬)은 내산화성을 향상시키는 원소로서, Cr이 10.0 중량부 이하로 함유되면 코팅층(C)의 내산화성이 저하되며, Cr이 12.0 중량부 이상 함유되면 코팅층(C)에 취성이 발생되어 코팅층(C)이 쉽게 박리될 수 있다.
- [0036] Ni(니켈)은 함량에 따라 용사 코팅 후 코팅층(C)의 경도가 변화될 수 있는데, 니켈계 자용성 합금 분말에서 Ni 함량이 증가함에 따라 내열충격성이 향상이 되는 경향이 있다. 니켈계 자용성 합금 분말의 기지금속을 이루는 Ni이 42 중량부 미만이면, 내열충격성이 저하될 수 있고, Ni이 50 중량부 이상이면, 크롬(Cr)과 보론(B), 실리콘(Si)의 함량이 상대적으로 감소하여 코팅층(C)의 경도를 향상시키는 크롬카바이드와 크롬보라이드의 형성이 감소되어 코팅층(C)의 경도가 감소할 수 있다.
- [0037] WC-Co(텅스텐카바이드 코발트)는 매우 단단한 WC(텅스텐카바이드) 화합물의 분말과 Co(코발트) 분말을 혼합한 것을 압축 성형하고 고압 가열하여 소결한 합금으로, WC-Co이 40 중량부 미만이면 내마모성 효과가 미미해질 수 있고, WC-Co이 12.0 중량부 이상 함유되면 구성 성분의 비율이 상대적으로 줄어들 수 있다. 이때, WC와 Co는 8.5:1.5 내지 9.5:0.5, 바람직하게 9:1의 중량비로 혼합될 수 있다.
- [0038] 이와 같이 구성된 코팅층(C)은 용사 코팅을 통한 확산 침투 과정을 통해, 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면, 예를 들어, 토사 등 대상물과 직접적인 접촉을 통해 마찰에 의한 마모가 심한 부분에 형성될 수 있다.
- [0039] 예를 들어, 굴삭기의 버킷 티스(100)에는 다음과 같이 코팅층(C)이 형성될 수 있다.
- [0040] 우선 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면 온도가 100℃ 내지 120℃에 도달될 때까지 예열될 수 있다.
- [0041] 이어서, 굴삭기의 버킷 티스(100)의 표면이 니켈계 자용성 합금 분말로 용사 코팅되며, 상기 니켈계 자용성 합금 분말의 녹는점 이상 온도로 후열 처리될 수 있다.
- [0042] 구체적으로, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스(100)의 후열 처리는 800℃ 내지 1000℃로 가열되는 1차 가열 및 1000℃ 내지 1100℃로 10분 내지 20분 동안 가열되는 2차 가열을 포함할 수 있다.

- [0043] 마지막으로, 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스(100)는 700℃ 내지 800℃에서 1시간 내지 2시간 유지된 후에 노냉될 수 있다.
- [0044] 이러한 과정을 통해서 굴삭기의 버킷 티스(100)에 코팅층(C), 특히 니켈계 자용성 합금 코팅층이 형성될 수 있다.
- [0045] 이상 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스에 대하여 설명되었으며, 이하에서는 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 코팅 방법에 대하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0046] 도 2는 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 코팅 방법을 나타내는 순서도이다.
- [0047] 도 2를 참조하여, 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 코팅 방법은 다음과 같이 수행될 수 있다.
- [0048] 우선, 굴삭기의 버킷 티스가 제공된다(S10).
- [0049] 굴삭기의 버킷 티스가 제공되는 단계는, 굴삭기의 버킷 티스에 대한 용사 코팅 전, 용사 코팅이 효과적으로 수행될 수 있도록 하는 사전 작업으로, 이물질 및 유분 제거를 위해 굴삭기의 버킷 티스가 세척되는 단계, 세척된 굴삭기의 버킷 티스에서 코팅이 불필요한 코팅 방지부위가 마스킹되는 단계 및 굴삭기의 버킷 티스에서 코팅이 필요한 부위가 연마재로 블라스팅되는 단계를 포함할 수 있다.
- [0050] 이어서 굴삭기의 버킷 티스가 예열된다(S20).
- [0051] 상기 굴삭기의 버킷 티스가 제공되는 단계에서, 블라스팅 처리된 굴삭기의 버킷 티스를 용사 코팅 전에 미리 일정 온도로 예열할 수 있다.
- [0052] 이때, 굴삭기의 버킷 티스는 100℃ 내지 120℃에 도달될 때까지 예열될 수 있다. 이러한 예열 과정 없이 용사 코팅이 이루어질 경우, 표면에 수분 및 이물질의 잔존으로 밀착력이 저하되거나, 분말 입자의 변형능과 인성이 양호하지 못하게 되어, 용사 코팅 시 입자가 깨지어지는 등의 문제가 야기될 수 있다.
- [0053] 그런 다음, 예열된 굴삭기의 버킷 티스가 니켈계 자용성 합금 분말을 이용하여 용사 코팅된다(S30).
- [0054] 여기서, 전체 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 3.5 내지 4.5, B: 3.5 내지 4.5, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 14.0 내지 18.0, Cu: 2.5 내지 3.5, Mo: 2.5 내지 3.5 및 나머지 Ni을 포함할 수 있다. 바람직하게, 니켈계 자용성 합금 분말은, C: 0.5, Si: 4.0, B: 4.0, Fe: 2.5, Cr: 16.0, Cu: 3.0, Mo: 3.0 및 나머지 Ni을 포함할 수 있다.
- [0055] 또한, 니켈계 자용성 합금 분말은, 전체 합금 분말 100 중량부에 대하여, C: 0.4 내지 0.6, Si: 2.0 내지 3.0, B: 2.0 내지 3.0, Fe: 2.0 내지 3.0, Cr: 10.0 내지 12.0, Ni: 42 내지 50, WC-Co: 30 내지 40 및 기타 불순물을 포함할 수 있다. 바람직하게, 니켈계 자용성 합금 분말은, C: 0.5, Si: 2.5, B: 2.5, Fe: 2.5, Cr: 11.0, Ni: 46 및 WC-Co: 35를 포함할 수 있다.
- [0056] 이때, WC-Co는 상기 Wc와 상기 Co가 8.5:1.5 내지 9.5:0.5의 중량비로 혼합될 수 있으며, 바람직하게 9:1의 중량비로 혼합될 수 있다.
- [0057] 니켈계 자용성 합금 분말을 이용한 용사 코팅은, 산소와 아세틸렌 수소를 연소 원료로 하여, 3,100℃ 정도의 가열온도와 150m/sec의 화염 속에 니켈계 자용성 합금 분말 재료를 용융시켜 굴삭기의 버킷 티스의 표면에 분사함으로써, 굴삭기의 버킷 티스에 니켈계 자용성 합금 분말 코팅층을 형성할 수 있다.
- [0058] 이어서, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스가 합금 분말의 녹는점 이상 온도로 후열 처리된다(S40).
- [0059] 1차적으로, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스는 800℃ 내지 1000℃로 가열된다.
- [0060] 예를 들어, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스는 900℃까지 가열될 수 있고, 질소와 같은 노에서 사용되는 가스의 주입 전원을 끄고, 노의 원료를 추가적으로 장입할 수 있다.
- [0061] 2차적으로, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스는 10분 내지 20분 동안 1000℃ 내지 1100℃로 가열될 수 있다. 예를 들어, 용사 코팅된 굴삭기의 버킷 티스는 15분 동안 1065℃로 가열될 수 있다.
- [0062] 이때, 가열 지속 시간은 제품의 크기에 따라서 변경될 수 있다.
- [0063] 이러한 후열 처리에 의해서, 코팅층과 굴삭기의 버킷 티스 간의 접촉 부분이 금속 결합으로 변경될 수 있으며, 이를 통해 코팅 조직의 기공을 없애고 접착력을 극대화할 수 있다.

- [0064] 마지막으로, 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스가 서냉된다(S50).
- [0065] 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스를 충분한 시간에 걸쳐 서냉시킴으로써, 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스의 냉각 시 급격한 열변화로 인해 크랙이 발생하는 것을 방지할 수 있다.
- [0066] 예를 들어, 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스는 700℃ 내지 800℃에서 1시간 내지 2시간 유지된 후에 노냉될 수 있다. 바람직하게, 후열 처리된 굴삭기의 버킷 티스는 750℃에서 1시간 유지된 후 노냉될 수 있다.
- [0067] 이하에서는, 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스를 이용한 실험 결과에 대하여 상세히 설명된다.
- [0068] 도 3은 열처리 온도에 따른 Ni-Base 자용성 합금의 단면조직을 도시하고, 도 4는 열처리 온도에 따른 Ni-Base 자용성 합금의 계면조직을 도시하고, 도 5는 열처리 온도에 따른 WC계 자용성 합금의 단면조직을 도시하고, 도 6은 열처리 온도에 따른 WC계 자용성 합금의 계면조직을 도시하고, 도 7은 최적 조건 코팅층의 내부 및 계면 크랙 시험 결과를 도시한다.
- [0069] 우선, 실험을 위하여 니켈계 자용성 합금 분말(Metco16C) 및 니켈계 자용성 합금 분말에 WC 분말을 혼합한 형태(Metco31C)를 마련하였다.
- [0070] 그런 다음, 이러한 합금 분말을 이용하여 화염 용사기로 시편에 코팅 시편을 제작하였다. 시편은 $\Phi 25.4\text{mm} \times 5\text{mm(t)}$ 의 소재를 코팅 전에 블라스팅하여 시편을 제작하였다.
- [0071] 합금 분말의 코팅 조건은 다음과 같다.

표 1

	Metco16C	Metco31C
건 타입	Metco 5P-II	
노즐	P 7B-G	
측량 밸브	11	
산소 압력(psi)	25	30
아세틸렌 압력(psi)	15	15
산소 유량	34	34
아세틸렌 유량	34	34
유량 제어 밸브	18	12
분사 거리(mm)	220	200

- [0073] 도 3 및 4를 참조하여, Ni-Base 자용성 합금에 대해 [표 1]의 조건으로 코팅을 실시하여 기공을 줄이기 위해 후열 처리를 실시하였을 경우 조직 사진을 확인할 수 있다.
- [0074] 전기로에서 1030℃, 1050℃, 1070℃에서 각 10분 동안 후열 처리 후, 노냉을 실시하였다.
- [0075] 그 결과, 도 3에 도시된 바와 같이, 화염 용사를 하였을 경우, 코팅층 내부에 기공이 발생되어 있는 것을 관찰할 수 있으며, 열처리를 실시하였을 경우 기공이 거의 소멸되어 치밀한 코팅조직을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0076] 그리고 도 4는 코팅계면을 예칭하여 나타낸 것으로, 코팅 후 열처리하였을 경우, 코팅층과 계면이 확산되는 것을 알 수 있다.
- [0077] 또한, 도 5 및 6을 참조하여, WC계 자용성 합금에 대해 [표 1]의 조건으로 코팅을 실시하여 기공을 줄이기 위해 후열 처리를 실시하였을 경우 조직 사진을 확인할 수 있다.
- [0078] 전기로에서 1050℃, 1060℃, 1070℃에서 각 10분 동안 후열 처리 후, 노냉을 실시하였다.
- [0079] 그 결과, 도 5에 도시된 바와 같이, 코팅층 내부에 기공이 다량 발생되어 있는 것을 관찰할 수 있으며, 열처리를 실시하였을 경우 기공이 거의 소멸되어 치밀한 코팅조직을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0080] 이때, 후열 처리 시 온도가 1000℃보다 낮게 되면, 코팅재료인 합금분말이 녹지 않게 되어, 기공률이 높아지거나 확산 밀착이 제대로 이루어지지 않게 되고, 1100℃ 이상이 되면 과도하게 녹아서 코팅층이 흘러내리거나, 코팅층이 산화나 탈탄이 발생하여 코팅층의 경도저하가 발생할 수 있다.
- [0081] 그리고, 도 6은 코팅계면을 예칭하여 나타낸 것으로, 코팅 후 열처리하였을 경우, 코팅층과 계면이 확산되는 것을 알 수 있다.

[0082] 다음은 열처리 온도에 따른 코팅층의 평균 경도와 기공률에 대하여 설명된다.

[0083] 이때, 경도의 측정은 마이크로비커스 경도기를 이용하였으며 300g의 하중으로 측정하였다.

표 2

[0084]

열처리조건		1회	2회	3회	4회	5회	평균경도(Hv300g)	기공률(%)
Ni 계	열처리전	791.3	801.6	923.9	883.0	825.8	845.12	3.4
	1030	721.7	812.1	751.9	770.5	745.0	760.24	0.8
	1050	703.3	741.4	845.4	838.9	775.4	780.88	0.7
	1070	802.8	739.8	734.7	797.0	969.3	808.72	0.7
WC계	열처리전	1044	1104	1146	1107	1028	1085.8	8.9
	1050	1148	1239	1376	977.9	906.4	1129.46	1.1
	1060	1341	1294	942.7	1028	1080	1137.14	0.9
	1070	1037	878.8	1049	925.8	1033	984.72	1.0

[0085] [표 2]를 참조하여, 과도한 후처리의 경우 코팅층의 경도 저하를 가져올 수 있는데, 경도를 측정한 결과 경도저하 없이 코팅층의 특성을 유지하였다.

[0086] 구체적으로, Ni계 자용성합금의 평균경도는 열처리 후 미세하게 저하되는 경향을 나타내고 있으며, 기공률은 급격하게 저하되는 것을 알 수 있다. 그에 반해, WC계 자용성합금은 열처리 후에도 경도저하를 거의 보이지 않고 기공률은 급격하게 저하되는 것을 알 수 있다.

[0087] 또한, 도 6을 참조하여, 용사 코팅층의 밀착력과 코팅 내부충진력을 알 수 있다.

[0088] 그 결과 20kg의 하중으로 코팅층과 계면에 압력을 가했을 경우 크랙이 발생하지 않고 일정한 압흔을 유지하는 것을 알 수 있다.

[0089] 또한, 계면의 경우 코팅층의 성분이 모재에 확산 침투하여 우수한 밀착력을 가지는 것을 알 수 있으며, 코팅층 내부의 경우 후열처리를 통해 각각의 금속들이 화합하여 기공을 감소시키고 금속간 결합이 이루어지는 것을 알 수 있다.

[0090] 상술한 바와 같이, 일 실시예에 따른 굴삭기의 버킷 티스 및 그 코팅 방법은 니켈계 자용성 합금 코팅층의 확산 침투를 통해 굴삭기의 버킷 티스의 표면에 경화층을 형성하므로, 굴삭기의 버킷 티스의 경도 및 내마모성을 향상시킬 수 있고, 내마모성을 극대화한 니켈계 자용성 합금을 굴삭기의 버킷 티스의 표면에 용사 코팅하여, 굴삭기의 버킷 티스의 마모 수명을 현저하게 향상시킬 수 있는 등의 우수한 장점을 갖는다. 더 나아가, 용사 공정 및 가공 공정의 최적화를 통하여, 내마모성을 요구하는 기계 부품에 다양하게 적용 및 응용될 수 있다.

[0091] 이상과 같이 본 발명의 실시예에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0092]

10: 굴삭기의 버킷

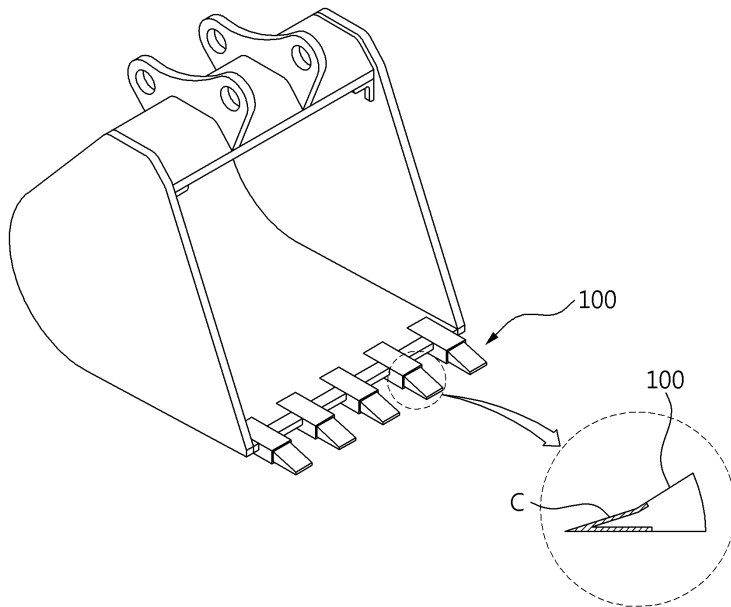
100: 굴삭기의 버킷 티스

C: 코팅층

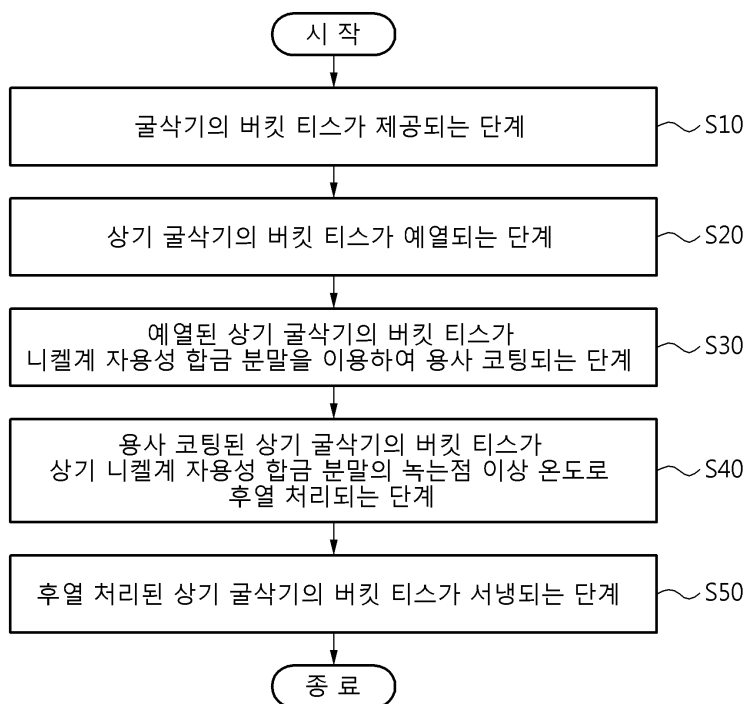
도면

도면1

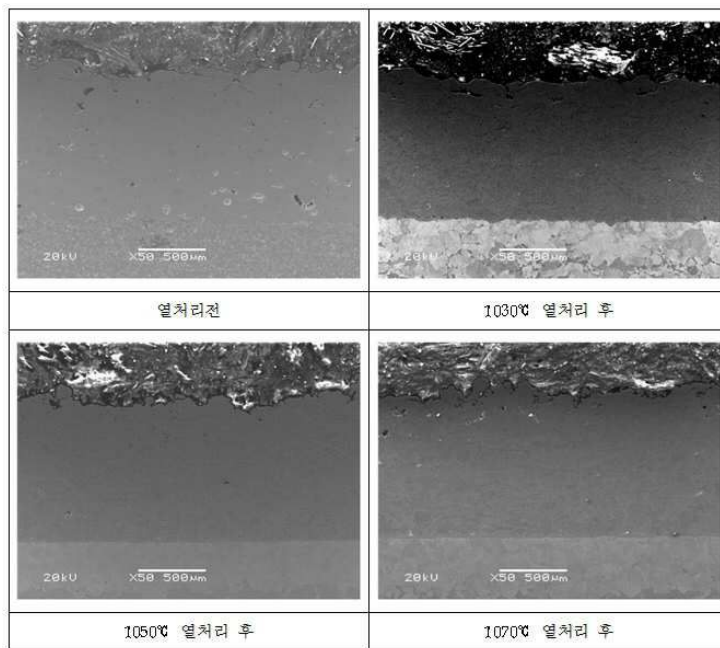
10



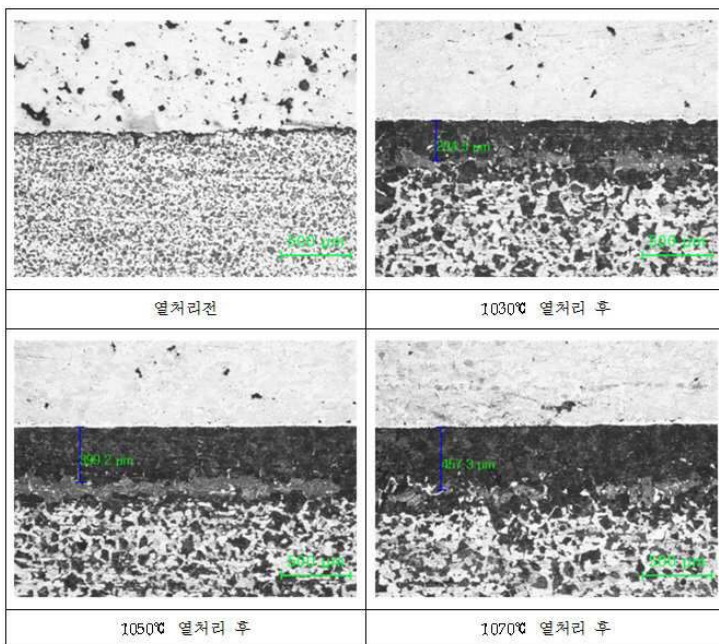
도면2



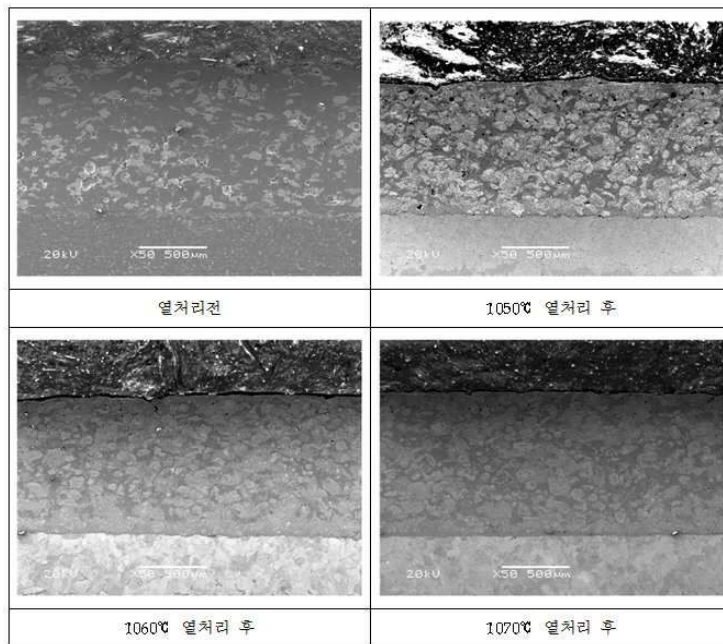
도면3



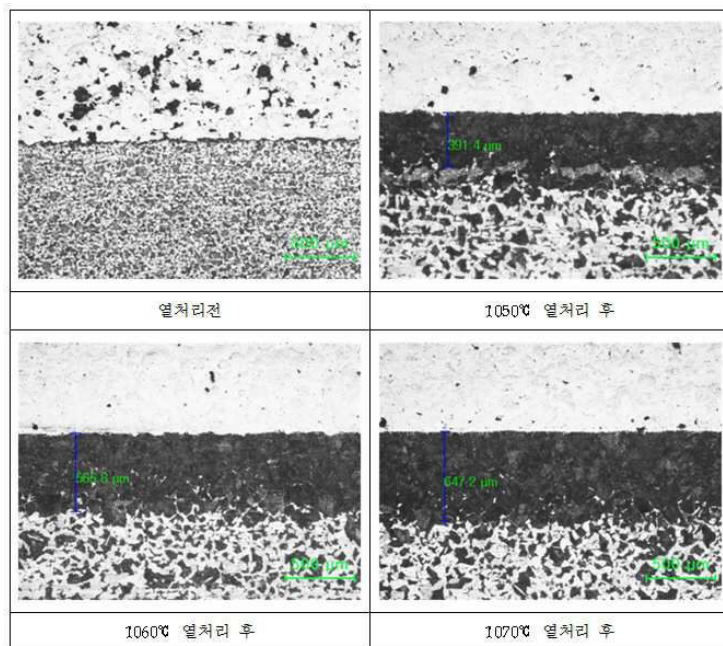
도면4



도면5



도면6



도면7

