(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0070455
(43) 공개일자 2021년06월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 21/10 (2006.01) *C22C 18/04* (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 21/10 (2013.01)
C22C 18/04 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0159954
(22) 출원일자 2019년12월04일
심사청구일자 2019년12월04일

(71) 출원인
한국재료연구원
경상남도 창원시 성산구 창원대로 797 (상남동)
(72) 발명자
한승전
경상남도 창원시 성산구 외리로34번길 15 (성주동)
최은애
경남 창원시 성산구 가음동 13
안지혁
경남 창원시 성산구 가음동 1~14
(74) 대리인
특허법인이지

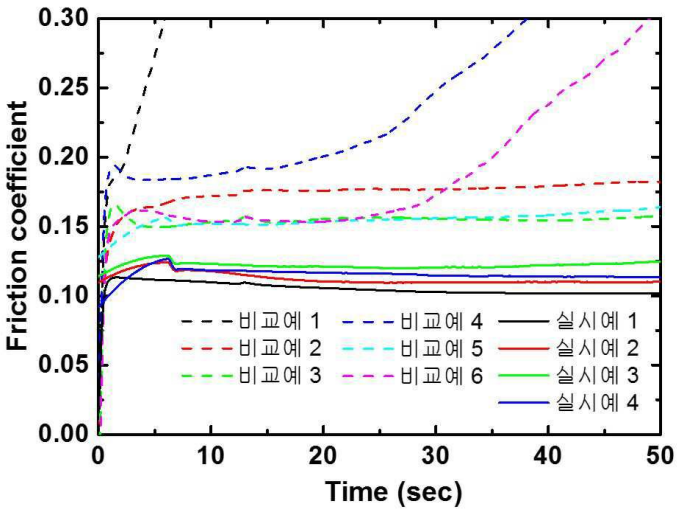
전체 청구항 수 : 총 8 항

(54) 발명의 명칭 **고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금 및 이를 이용한 물품**

(57) 요 약

본 발명은 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금 및 이를 이용한 물품에 관한 것이다. 더욱 상세하게 본 발명은 내마모성 및 인장강도가 향상된 알루미늄-아연-구리 합금 및 이를 이용한 물품에 관한 것이다.

대 표 도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	20000465
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업핵심기술개발사업
연구과제명	양자역학 계산 기반 1GPa 15IACS급 고강도 고도전 스마트기기 접점재용 동합금 소재 개발(2/3)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2014M3A6B1060886
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	글로벌프론티어연구개발사업
연구과제명	비철합금기지내 제 2상간 인터페이스제어에 의한 상반특성 동시향상기술(3단계 2/5)
기 여 율	1/2
과제수행기관명	한국기계연구원 부설 재료연구소
연구기간	2019.01.01 ~ 2019.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

합금 전체 질량에 대하여

49 - 60 질량%의 아연(Zn);

1 - 5 질량%의 구리(Cu); 및

알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는, 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금.

청구항 2

제1항에 있어서,

53 - 60 질량%의 아연(Zn);

2 - 5 질량%의 구리(Cu); 및

알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는, 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금.

청구항 3

제1항에 있어서,

마찰계수가 0.15 이하인, 고내마성 알루미늄-아연-구리 합금.

청구항 4

제1항에 있어서,

마찰계수가 0.13 이하인, 고내마성 알루미늄-아연-구리 합금.

청구항 5

제1항에 있어서,

인장강도가 360 MPa 이상인, 고내마성 알루미늄-아연-구리 합금.

청구항 6

제1항에 있어서,

마그네슘(Mg), 망간(Mn), 티타늄(Ti), 철(Fe), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 및 인(P)으로부터 선택되는 하나 이상의 원소가 각각 1.5 질량% 이하로 더 포함된, 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 기재된 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금으로 제조된, 물품.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 물품은 관재(管材), 판재(板材), 봉재(棒材), 선재(線材), 잉곳, 또는 이들을 소정형상으로 가공한 가공재(加工材)인, 물품.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금 및 이를 이용한 물품에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 알루미늄은 경량 합금으로 내부식성 및 열전도성이 우수하나 강도 등 기계적 성질이 낮다. 따라서 알루미늄은 강도 향상을 위해 아연, 구리, 실리콘, 마그네슘, 니켈, 코발트, 지르코늄, 세륨 등과 같은 금속 중 1 또는 2 이상을 포함하는 알루미늄 합금으로 사용되며, 다양한 산업 분야, 특히 자동차, 선박, 항공기 등의 내/외장재와 같은 구조재로 널리 이용되고 있다.

[0004] 주조용 알루미늄 합금은 주조성이 우수하여 비교적 복합하지 않은 전기제품 또는 자동차 부품에 사용된다. 가장 많이 사용되는 알루미늄 주조 합금은 Al-Si, Al-Cu 또는 Al-Mg계에 Zn, Fe, Co, Ce 등의 원소가 첨가된 합금으로 대표적으로 A356 합금이 있다. 그러나 주조용 알루미늄 합금은 강도가 낮아 내마모성이 나쁘므로, 내마모성이 필요한 구조재료로서의 사용에 제한이 있다.

[0006] 한편, 알루미늄-아연 합금은 알루미늄 강도를 향상시키기 위해 이용되고 있는 알루미늄 합금으로, 보통 합금 전체 중량에 대해 10 내지 14 중량%의 아연을 포함한다.

[0008] 본 발명의 배경 기술로는 대한민국 특허 제10-1760076호에는 강도와 연신율이 향상된 알루미늄-아연-구리(Al-Zn-Cu) 주조합금이 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 현재까지 고함량의 아연을 포함하는 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금에 대해 알려진 바는 없다.

[0011] 따라서, 본 발명의 목적은 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금을 제공하는 것이다.

[0012] 본 발명의 다른 목적은 본원의 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금을 이용하여 제조된 고내마모성 물품을 제공하는 것이다.

[0013] 본 발명의 다른 목적 및 이점은 하기의 발명의 상세한 설명, 청구범위 및 도면에 의해 더욱 명확하게 된다.

과제의 해결 수단

[0015] 일 측면에 따르면, 합금 전체 질량에 대하여 49 - 60 질량%의 아연(Zn); 1 - 5 질량%의 구리(Cu); 및 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는, 고내마모성 알루미늄-아연-구리 합금이 제공된다.

[0016] 일 실시예에 따르면, 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금은 53 - 60 질량%의 아연(Zn); 2 - 5 질량%의 구리(Cu); 및 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물의 잔부;를 포함할 수 있다.

[0017] 일 실시예에 따르면, 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금은 마찰계수가 0.15 이하일 수 있다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금은 마찰계수가 0.13 이하일 수 있다.

[0019] 일 실시예에 따르면, 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금은 인장강도가 360 MPa 이상일 수 있다.

[0020] 일 실시예에 따르면, 마그네슘(Mg), 망간(Mn), 티타늄(Ti), 철(Fe), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 및 인(P)으로부터 선택되는 하나 이상의 원소가 각각 1.5 질량% 이하로 더 포함할 수 있다.

[0022] 다른 측면에 따르면, 본원의 알루미늄-아연-실리콘-구리 합금으로 제조된 물품이 제공된다.

[0023] 일 실시예에 따르면, 상기 물품은 관재(管材), 판재(板材), 봉재(棒材), 선재(線材), 잉곳, 또는 이들을 소정형상으로 가공한 가공재(加工材)일 수 있다.

발명의 효과

[0025] 일 실시예에 따르면, 알루미늄-아연-구리 합금의 내마모성을 향상할 수 있다.

[0026] 일 실시예에 따르면, 알루미늄-아연-구리 합금의 인장강도를 향상할 수 있다.

[0027] 일 실시예에 따르면, 본원의 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금을 이용하여 제조된 고내마모성이며 고강도의 물품을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명의 실시예 1 내지 4 및 비교예 1 내지 6에 따른 알루미늄-아연-구리 합금의 10N 하중하에서의 마찰계수를 측정한 결과를 보여주는 그래프이다.

도 2는 본 발명의 실시예 1 내지 4 및 비교예 1 내지 6에 따른 알루미늄-아연-구리 합금의 20N 하중하에서의 마찰계수를 측정한 결과를 보여주는 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시예 1 내지 4 및 비교예 1, 2, 4, 6에 따른 알루미늄-아연-구리 합금의 인장강도 및 연신율을 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변환, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0031] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 일 측면에 따르면, 내마모성 알루미늄-아연-구리 합금은 49 - 60 질량%의 아연(Zn); 1 - 5 질량%의 구리(Cu); 및 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물의 잔부;로 구성된다.

[0035] 아연(Zn)은 첨가량이 많아질수록 본원의 합금의 내마모성 증가에 유리하다. 본원의 합금 내 아연의 첨가량의 증가에 따라 기재 내 아연상 생성이 가속화될 수 있다.

[0036] 본원의 합금에서 아연을 49 - 60 질량%로 포함하는 것이 합금의 내마모성 개선에 적합할 수 있으며, 53 - 60 질량%가 더 적합할 수 있고, 53 - 58 질량%가 더욱더 적합할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 아연이 49 질량% 미만이면 합금의 내마모성 개선효과가 적고, 60 질량% 초과이면 함량 추가에 대비하여 내마모성 개선효과가 적고 인장강도 및/또는 연신율이 저하될 수 있고 다른 원소의 함량 조절이 어려울 수 있다.

[0038] 본원에서 구리(Cu)는 첨가량이 많아질수록 본원의 합금의 내마모성 개선에 유리할 수 있다. 본원의 합금 내 구리의 첨가량의 증가에 따라 아연 상이 작고 기재 내 고르게 분산될 수 있다.

[0039] 본원의 합금에서 구리를 1 - 5 질량%로 포함하는 것이 합금의 내마모성 개선에 적합할 수 있고, 2 - 5 질량%가

더 적합할 수 있고, 2 -4 질량%가 더 적합할 수 있다. 이에 한정되는 것은 아니나, 구리가 1 질량% 미만이면 합금의 내마모성 개선효과가 적고, 5 질량% 초과이면 함량 추가에 대비하여 내마모성 개선효과가 적고 내식성, 인장강도, 및/또는 연신율이 저하될 수 있다.

[0041] 본원의 합금의 나머지 성분은 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물이다. 통상의 제조과정에서는 원료 또는 주위 환경으로부터 의도되지 않는 불순물들이 불가피하게 혼입될 수 있으므로, 이를 배제할 수는 없다. 이들 불순물들은 통상의 제조과정의 기술자라면 누구라도 알 수 있는 것이기 때문에 그 모든 내용을 특별히 본 명세서에서 언급하지는 않는다.

[0043] 본원에 의한 알루미늄-아연-구리 합금은 마찰계수가 20N 하중에서 0.15 이하일 수 있다.

[0044] 본원에 의한 알루미늄-아연-구리 합금은 마찰계수가 10N 하중에서 0.13 이하일 수 있다.

[0045] 본원의 의한 알루미늄-아연-구리 합금의 조성 범위 중 하나라도 만족시키지 못하면, 상기 내마모성을 얻을 수 없었다.

[0047] 본원에 의한 알루미늄-아연-구리 합금은 상기와 같이 내마모성이 비교예에 비하여 향상되고 강도도 개선될 수 있다. 본원에 의한 알루미늄-아연-구리 합금은 인장강도가 360 MPa 이상일 수 있고, 400 MPa 이상일 수 있다. 이때, 본원에 의한 알루미늄-아연-구리 합금은 연신율이 2 내지 10%일 수 있다.

[0049] 따라서, 본원에 의하면 알루미늄-아연 합금은 강도가 우수하며, 내마모성이 개선되어 다양한 분야에서 활용될 수 있다.

[0051] 본원의 합금은 마그네슘(Mg), 망간(Mn), 티타늄(Ti), 철(Fe), 크롬(Cr), 지르코늄(Zr), 및 인(P)으로부터 선택되는 하나 이상의 원소가 각각 1.5 질량% 이하로 더 포함될 수 있다.

[0052] 마그네슘(Mg)은 Al-Zn 합금에 첨가되어 인장강도 및 경도를 증가시킬 수 있는 합금원소로, 1.5 질량% 초과하여 포함되면 내식성 저하의 원인이 될 수 있다.

[0053] 망간(Mn)은 Al-Zn 합금에 첨가되어 연성을 증가시킬 수 있는 합금원소로, 1.5 질량% 초과하여 포함되면 편석(segregation)이 생성되어 신율 저하의 원인이 될 수 있다.

[0054] 티타늄(Ti)은 합금 내 탄소와 결합하여 탄화물을 형성하는 원소로서, 형성된 탄화물은 결정립의 성장을 억제하여 결정립 미세화 및 주조재의 크랙방지 효과를 얻을 수 있는 합금원소이다. 그 함량은 0.1 질량% 이상으로 포함하는 것이 적합하고, 1.5 질량% 초과하여 포함되면 신율 저하의 원인이 될 수 있다.

[0055] 철(Fe)은 Al-Zn 합금에 첨가되어 결정립 미세화 및 주조재의 크랙방지 효과를 얻을 수 있는 합금원소로, 1.5 질량% 초과하여 포함되면 신율 저하의 원인이 될 수 있다.

[0056] 크롬(Cr)은 Al-Zn 합금에 첨가되어 내식성 향상 효과를 얻을 수 있는 합금원소로, 1.5 질량% 초과하여 포함되면 외관 저하의 원인이 될 수 있다.

[0057] 지르코늄(Zr)은 Al-Zn 합금에 첨가되어 석출경화 및 결정립 미세화 효과를 얻을 수 있는 합금원소로, 1.5 질량% 초과하여 포함되면 신율 저하의 원인이 될 수 있다.

[0058] 인(P)은 주조 중 불가피하게 첨가되는 원소로서, 그 함량이 0.1%를 초과하게 되면 인의 편석에 의해 가공성이 크게 저하하는 문제가 있다. 이를 고려하여, 본 발명에서는 P을 0.1% 이하로 포함할 수 있으며, 불가피한 수준을 고려하여 0%는 제외한다.

[0060] 다른 측면에 따르면, 본원에 기재된 알루미늄-아연-실리콘-구리 합금으로 제조된 물품이 제공된다.

[0061] 상기 물품은 관재(管材), 판재(板材), 봉재(棒材), 선재(線材), 잉곳, 또는 이들을 소정형상으로 가공한 가공재

(加工材)일 수 있다.

[0063] 또 다른 측면에 따르면, i) 49 - 60 질량%의 아연(Zn); 1 - 5 질량%의 구리(Cu); 및 알루미늄(Al) 및 불가피한 불순물의 잔부;를 포함하는 알루미늄-아연-구리 합금 용탕을 제조하는 단계; 상기 단계 ii)에서 제조된 알루미늄-아연-구리 합금 용탕을 금형 또는 사형에 주입하여 주조하는 제2단계;를 포함하는, 주조용 알루미늄-아연-구리 합금의 제조방법이 제공된다.

[0064] 상기 알루미늄-아연-구리 합금의 용탕을 제조하는 단계는 알루미늄-구리 모합금, 또는 구리, 아연 단독으로 준비하는 것이 모두 가능하다. 이에 한정되는 것은 아니나, 예를 들어 알루미늄 완전 용해 후 알루미늄-구리 모합금을 첨가하고, 완전 용융 후 아연을 첨가할 수 있다.

[0065]

[0066] 이에 한정되는 것은 아니나, 상기 주조하는 단계는 600 내지 800 ℃의 용탕 온도에서 이루어질 수 있다.

[0068] **실시예**

[0069] 이하에서는 표 1에 나타난 구체적인 실시예 및 비교예, 이들의 특성 평가 결과를 통해서 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기로 한다.

[0071] **실시예 1 내지 4 및 비교예 1 내지 6**

[0072] 표 1에 본원에 따른 알루미늄-아연-구리 합금의 실시예 1 내지 4 및 비교예 1 내지 6의 함량을 나타내었다.

[0074] 표 1에 기재된 알루미늄, 아연, 구리 원소재를 조성에 맞게 편량한 후, 고주파 유도 용해로 녹여 모합금으로 잉곳을 제작하였다.

[0076] 이때 모합금 잉곳은 마찰실험을 위하여 지름 30 ㎜, 높이 9.35 ㎜ 원기둥 형태로 가공하였다.

[0078] 또한, 인장강도 실험을 위하여, 잉곳을 ASTM E8M 봉상 인장시험편 규격에 맞게 가공하였다.

표 1

	Al	Zn	Cu
비교예 1	Bal.	-	-
비교예 2	Bal.	45	-
비교예 3	Bal.	45	2
비교예 4	Bal.	47	-
비교예 5	Bal.	47	1
비교예 6	Bal.	49	-
실시예 1	Bal.	49	1
실시예 2	Bal.	53	3
실시예 3	Bal.	57	3
실시예 4	Bal.	60	5

[0080]

[0082] **내마모성 평가**

[0083] 본원의 실시예 1 내지 4에 따른 알루미늄-아연-실리콘-구리 합금으로 가공된 원기둥의 마찰계수를 비교예 1 내지 6과 비교하여, 도 1 및 2에 나타내었다.

[0085] 이때, 마찰계수 측정은 하기의 조건으로 실시하였다.

[0086] - Friction coefficient test machine : Tribometer (J&L TECH)

[0087] - Load : 10, 20N (6mm, 10mm)

[0088] - Linear speed : 50mm/s

[0089] - Ball : SUS304

[0091] 도 1에 나타난 바와 같이, 비교예들과 달리, 본원의 실시예 1 내지 4에 따른 알루미늄-아연-구리 합금으로 가공된 원기둥은 10N 하중에서 50초까지 0.13 이하의 마찰계수를 유지할 수 있었다.

[0092] 도 2에 나타난 바와 같이, 비교예들과 달리, 본원의 실시예 2 내지 4에 따른 알루미늄-아연-구리 합금으로 가공된 원기둥은 20N 하중에서 50초까지 0.15 이하의 마찰계수를 유지할 수 있었다.

[0094] **인장강도 평가**

[0095] 본원의 실시예 1 내지 4에 따른 알루미늄-아연-구리 합금의 인장강도 실험을 하여 비교예 1, 2, 4, 6과 비교하여, 도 3에 나타내었다.

[0097] 인장강도 실험은 하기의 조건으로 실시하였다.

[0098] - Tensile test machine: INSTRON 5982

[0099] - Cross head speed: 2 mm/min

[0100] - Extensometer: 25 mm

[0101] - Specimen: ASTM E8M

[0102] - Thickness: 1.5 mm

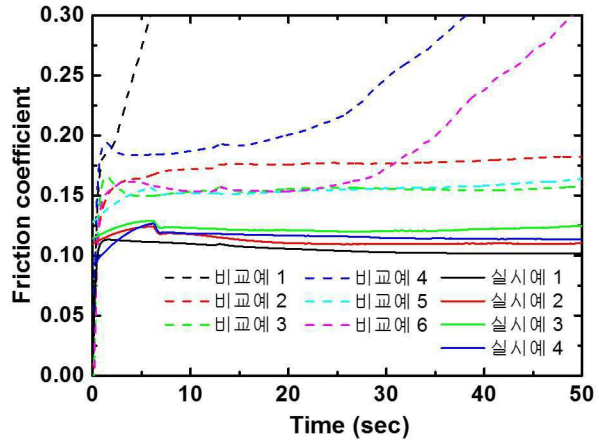
[0104] 도 3에 나타난 바와 같이, 본원의 알루미늄-아연-구리 합금의 조성 중 일부라도 벗어나면 인장강도가 360 MPa 미만일 수 있다(비교예 5).

[0106] 또한, 도 3에 나타난 바와 같이, 아연 함량 및 구리 함량이 각각 60 질량% 및 5 질량%로 모두 높은 실시예 4보다, 실시예 3에 따른 알루미늄-아연-구리 합금의 주조재의 인장강도가 420 MPa를 초과하고, 연신율도 2 내지 7%로 인장강도 및 연신율이 모두 가장 우수한 것으로 확인되었다.

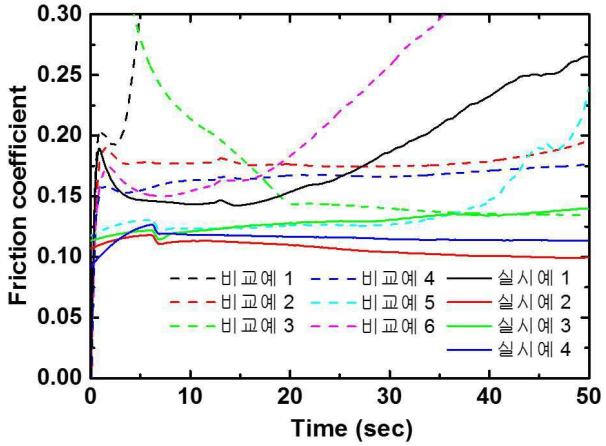
[0108] 이상, 본 발명의 일 실시예에 대하여 설명하였으나, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 특허청구범위에 기재된 본 발명의 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서, 구성 요소의 부가, 변경, 삭제 또는 추가 등에 의해 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있을 것이며, 이 또한 본 발명의 권리 범위 내에 포함된다고 할 것이다.

도면

도면1



도면2



도면3

