



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0047106
(43) 공개일자 2024년04월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C22C 9/06 (2006.01) C22C 1/04 (2023.01)
C22F 1/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C22C 9/06 (2013.01)
C22C 1/0425 (2023.01)
(21) 출원번호 10-2022-0126332
(22) 출원일자 2022년10월04일
심사청구일자 2022년10월04일

(71) 출원인
엘지전자 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)
(72) 발명자
김정욱
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특
허센터
양은수
서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특
허센터
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 고엔트로피 합금 및 이의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 고엔트로피 합금 및 이의 제조방법에 관한 것으로 보다 구체적으로 다원계 합금 기지와 Cu를 포함하며 FCC(Face Centered Cubic)계 상을 갖는 합금을 포함하여 FCC계 단상을 유지하면서 기존의 전이금속 합금보다 더 높은 경도와 강도를 가질 수 있고, 또한 본 발명의 고엔트로피 합금은 고윤활성을 갖는다.

(52) CPC특허분류

C22F 1/08 (2013.01)

(72) 발명자

변도균

서울특별시 금천구 가산디지털1로 51 LG전자 특허
센터

손석수

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

김영목

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

장태진

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

김기정

서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암
동5가)

명세서

청구범위

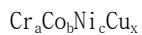
청구항 1

다원계 합금 기지 및 Cu를 포함하고,
상기 다원계 합금 기지는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함하며,
FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는
고엔트로피 합금.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 합금은
하기 화학식 1로 표시되는
고엔트로피 합금.

[화학식 1]



(상기 화학식 1에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)

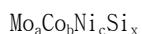
청구항 3

제2항에 있어서,
상기 x 는
 $0.02 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족하는
고엔트로피 합금.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 합금은
하기 화학식 2로 표시되는
고엔트로피 합금.

[화학식 2]



(상기 화학식 2에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 x 는

$0.1 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족하는

고엔트로피 합금.

청구항 6

합금 기지 원소와 Cu 분말이 혼합된 혼합분말을 제조하는 단계;

상기 혼합 분말을 가열하여 용해하고 소정 형태로 주조하는 단계;

상기 주조된 합금을 압연하여 합금재를 제조하는 단계; 및

상기 합금재를 열처리하여 합금을 제조하는 단계;를 포함하고,

상기 합금 기지 원소는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함하고,

상기 합금은 FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는,

고엔트로피 합금의 제조방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 열처리하는 단계는,

진공 분위기, 비활성 기체 분위기, 산소 분위기, 또는 질소, 붕소 및 탄소 중 적어도 어느 하나를 포함하는 분위기에서 수행되는

고엔트로피 합금의 제조방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 열처리하는 단계는,

200℃ 내지 1300℃의 온도에서 1 내지 24 시간 동안 수행되는

고엔트로피 합금의 제조방법.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 합금은

하기 화학식 1로 표시되는

고엔트로피 합금의 제조방법.

[화학식 1]



(상기 화학식 1에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)

청구항 10

제9항에 있어서,
상기 x 는
 $0.02 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족하는
고엔트로피 합금의 제조방법.

청구항 11

제 6항에 있어서,
상기 합금은
하기 화학식 2로 표시되는
고엔트로피 합금의 제조방법.
[화학식 2]
 $\text{Mo}_a\text{Co}_b\text{Ni}_c\text{Si}_x$
(상기 화학식 2에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)

청구항 12

제 11항에 있어서,
상기 x 는
 $0.1 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족하는
고엔트로피 합금의 제조방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 고엔트로피 합금 및 이의 제조방법에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 고강도, 고경도 및 고윤활성을 갖는 고엔트로피 합금 및 이의 제조방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고엔트로피 합금(high-entropy alloys, HEAs)은 합금을 구성하는 주된 원소(major element) 대신 다섯 가지 이상의 구성 원소를 비슷한 비율로 합금화하여 얻어지는 다원소 합금이다. 고엔트로피 합금은 합금 내의 혼합 엔트로피가 높아 금속간화합물 또는 중간상이 형성되지 않고 면심입방격자(face-centered cubic, FCC) 또는 체심입방격자(body-centered cubic, BCC)와 같은 단상(single phase) 조직을 갖는 금속 소재이다.

[0004] 이러한 고엔트로피 합금을 설계하는 데 있어 중요한 두 가지 요소는 합금을 구성하는 원소들의 조성 비율과 합금계의 구성 엔트로피이다.

[0006] 그 중에서 첫 번째는 고엔트로피 합금의 조성 비율이다. 고엔트로피 합금은 최소 다섯 가지 이상의 원소들로 합금을 구성하고 있어야 하며, 각각의 합금 구성 원소의 조성 비율은 5 ~ 35 at%로 정의된다. 또한, 고엔트로피 합금의 제조 시에 주요 합금 구성 원소 외에 다른 원소를 첨가할 경우, 그 첨가량은 5 at% 이하여야 한다.

[0008] 통상 합금은 합금 원소의 구성 엔트로피(Sconf)에 따라 고엔트로피 합금, 중엔트로피 합금(medium-entropy alloys, MEAs), 저엔트로피 합금(low-entropy alloys, LEAs)으로 나뉜다.

[0010] 이러한 고엔트로피 및 중엔트로피 합금은 현재 연구가 진행되고 있는 합금계가 포함하는 합금 원소들의 가격이 매우 높으며, 무거운 합금 원소들을 주로 사용하기 때문에 상용화에 큰 걸림돌이 되고 있다. 최근 경량 합금 원소들을 조합하여 제조한 경량 고엔트로피 합금에 대한 연구가 이루어지고 있지만, 경량 합금 원소들간의 고용도가 낮아 고엔트로피 합금 정의에 따른 동분율에 가까운 합금 원소의 첨가 시 금속간화합물을 형성하여 합금의 조성 변형을 제한하고 가공성을 악화시켜 실제 상용화로 이어지지 않는 실정이다.

[0012] 고엔트로피 및 중엔트로피 합금의 산업화를 위해서는 합금 원소의 조절을 통한 가격 경쟁력 확보와 우수한 기계적 특성을 구현하는 것이 필수적이다.

[0014] 상술한 고엔트로피 및 중엔트로피 합금은 우주, 항공, 자동차, 선박, 중장비의 터빈, 압축기, 기어박스 등에서부터 초소형 기어 등 초정밀 기계류의 부품에 이용된다.

[0016] 이런 부품들 간의 마찰과 마모되는 부분에는 고경도 및 고윤활성을 갖는 표면 특성이 매우 중요하다. 따라서, 이러한 부품에 적용되는 기존 사용재료의 경도, 인성 등 기본적인 기계적 성질 요구를 충족함과 동시에, 사용 환경에 맞춰 고기능성을 적절히 조절할 수 있도록 하는 신소재 개발 기술을 요구하고 있다.

[0018] 코팅용 모합금의 주 적용분야인 압축기 베어링 표면 특성 또한 고강성과 고경도의 기본적인 특성을 요구함과 동시에 앞서 언급한 특성과 개념적으로 서로 상충되는 저마찰계수와 고윤활성을 필요로 한다.

[0020] 이러한 특성을 모두 충족시키기 위해서 통상적으로 복합재료 및 복합구조화를 사용하고 있고, 금속재료의 측면에서는 고경도-고내식성의 비정질을 기지로 결정질 강화상을 포함시키도록 개발하고 있다. 하지만 비정질 형성에 필요한 제조 공정 조건이 일반적인 대량 생산에는 적합하지 않고 복잡한 부품으로의 형상 가공이 매우 어렵다는 큰 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명의 목적은 고강도, 고경도 및 고윤활성을 갖는 신규의 고엔트로피 합금을 제공하는 것이다.

[0022] 또한 본 발명의 목적은 고엔트로피 합금에 Cu를 첨가하여 저마찰계수 및 고윤활성이 달성된 신규의 고엔트로피 합금을 제공하는 것이다.

[0023] 또한 본 발명의 목적은 고엔트로피 합금의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0025] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0027] 상술한 바와 같은 과제를 해결하기 위한 본 발명에 따른 고엔트로피 합금은 다원계 합금 기지에 Cu를 첨가하여 FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 유지하고 고경도, 고강도 및 고윤활성을 달성하는 것을 구성상 특징으로 한다.
- [0028] 보다 구체적으로, 본 발명의 고엔트로피 합금은 다원계 합금 기지 및 Cu를 포함하고, 상기 다원계 합금 기지는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함하며, FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는 합금을 포함한다.
- [0030] 바람직하게는, 본 발명의 일실시예에 따른 고엔트로피 합금은 하기 화학식 1로 표시될 수 있다.
- [0031] [화학식 1]
- [0032] $\text{Cr}_a\text{Co}_b\text{Ni}_c\text{Cu}_x$
- [0033] (상기 화학식 1에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)
- [0034] 또한 바람직하게는 상기 x 는 $0.02 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족할 수 있다.
- [0036] 아울러 본 발명의 일실시예에 따른 고엔트로피 합금은 하기 화학식 2로 표시될 수 있다.
- [0037] [화학식 2]
- [0038] $\text{Mo}_a\text{Co}_b\text{Ni}_c\text{Si}_x$
- [0039] (상기 화학식 2에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)
- [0040] 또한 바람직하게는 상기 x 는 $0.1 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족할 수 있다.
- [0042] 다음으로, 본 발명의 다른 일실시예에 따른 고엔트로피 합금의 제조방법은, 합금 기지 원소와 Cu 분말이 혼합된 혼합분말을 제조하는 단계; 상기 혼합 분말을 가열하여 용해하고 소정 형태로 주조하는 단계; 및 상기 주조된 합금을 압연하여 합금재를 제조하는 단계; 및 상기 합금재를 열처리하여 합금을 제조하는 단계;를 포함하고, 상기 합금 기지 원소는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함하고, 상기 합금은 FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는다.
- 발명의 효과**
- [0043] 본 발명은 상온과 고온에서 기계적 특성이 향상된 신규의 고엔트로피 합금을 제공할 수 있다.
- [0044] 본 발명에 따른 고엔트로피 합금은 FCC계 단상을 유지하면서 기존의 전이금속 합금보다 더 높은 강도를 갖는다.
- [0045] 아울러, 본 발명의 고엔트로피 합금은 고강도, 고경도 및 고윤활성을 갖는다.
- [0046] 또한, 본 발명의 고엔트로피 합금은 저마찰계수 및 고윤활성이 달성된다.
- [0047] 또한, 본 발명의 고엔트로피 합금 제조방법은 열처리에 의한 균질화 공정에 의해서 고엔트로피 합금의 미세 조직을 변화시켜 고강도, 고경도 및 고윤활성을 극대화시킬 수 있다.
- [0049] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0051] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고

판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0052] 명세서 전체에서, 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 각 구성요소는 단수일 수도 있고 복수일 수도 있다.

[0053] 본 명세서에서 사용되는 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "구성된다" 또는 "포함한다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 여러 구성 요소들, 또는 여러 단계들을 반드시 모두 포함하는 것으로 해석되지 않아야 하며, 그 중 일부 구성 요소들 또는 일부 단계들은 포함되지 않을 수도 있고, 또는 추가적인 구성 요소 또는 단계들을 더 포함할 수 있는 것으로 해석되어야 한다.

[0055] 이하에서는, 본 발명에 따른 고엔트로피 합금 및 이의 제조방법에 대해 설명하도록 한다.

[0057] 고엔트로피 합금

[0059] FCC 계열 고엔트로피 합금의 낮은 강도 특성을 보완함과 동시에 고온활성을 부여하기 위해, 본 발명은 종래의 합금에 Cu를 도핑하고 도핑량을 조절하여 고경도, 고강도와 더불어 고온활성을 갖는 신규의 합금을 제공한다.

[0061] 본 발명에 따른 고엔트로피 합금은 다원계 합금 기지 및 Cu를 포함하고, 상기 다원계 합금 기지는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함하며, FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는 합금을 포함한다.

[0063] 본 발명의 고엔트로피 합금은 종래와 같이 다원계 합금 기지를 포함하고 상기 합금 기지는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함한다. 그리고, 본 발명의 합금은 상기 합금 기지와 더불어 Cu를 포함한다. 이에 따라 본 발명의 합금은 격자 뒤틀림이 심하고 FCC계 단상을 유지할 수 있으며 경도와 강도가 증가하였다. 뿐만 아니라, 본 발명의 합금은 저마찰 특성과 고온활성을 갖는다.

[0065] 특히, 상기 Cu는 대표적인 금속 윤활상으로서, 연질상으로 통해 고온에서도 윤활 작용을 한다. 합금 내에서는 상기 Cu가 석출을 통해 특성을 발현한다. Cu 원소는 대부분 합금 내에서 고용도가 낮아 기지와 다른 조성의 Cu-rich 상으로 석출된다. 단, 상기 Cu 원소는 합금의 경도와 강도를 낮출 수 있어 일반적으로 고엔트로피 합금에는 적용되지 않는다.

[0067] 하지만, 본 발명의 고엔트로피 합금은 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상의 다원계 합금 기지에 Cu를 적용하여 경도, 강도와 더불어 윤활성도 우수한 특성을 갖는다.

[0069] 보다 구체적으로, 본 발명의 일실시예에 따른 고엔트로피 합금은 하기 화학식 1로 표시되며 FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는 합금을 포함할 수 있다.

[0070] [화학식 1]

[0071] $\text{Cr}_a\text{Co}_b\text{Ni}_c\text{Cu}_x$

[0072] (상기 화학식 1에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)

[0073] 또한 바람직하게는 상기 x 는 $0.02 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족할 수 있다.

[0075] 아울러 본 발명의 일실시예에 따른 고엔트로피 합금은 하기 화학식 2로 표시되며 FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는 합금을 포함할 수 있다.

[0076] [화학식 2]

- [0077] $\text{Mo}_a\text{Co}_b\text{Ni}_c\text{Si}_x$
- [0078] (상기 화학식 2에서 $a+b+c+x=1$ 이고, $0 < x \leq 0.2$ 의 조건을 만족한다)
- [0079] 또한 바람직하게는 상기 x 는 $0.1 \leq x \leq 0.2$ 의 조건을 만족할 수 있다.
- [0081] **고엔트로피 합금의 제조방법**
- [0083] 다음으로, 본 발명에 따른 고엔트로피 합금의 제조방법은, 합금 기지 원소와 Cu 분말이 혼합된 혼합분말을 제조하는 단계; 상기 혼합 분말을 가열하여 용해하고 소정 형태로 주조하는 단계; 상기 주조된 합금을 압연하여 합금재를 제조하는 단계; 및 상기 합금재를 열처리하여 합금을 제조하는 단계;를 포함하고, 상기 합금 기지 원소는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함하고, 상기 합금은 FCC(Face Centered Cubic)계 단상을 갖는다.
- [0085] 먼저, 본 발명에 따른 고엔트로피 합금의 제조방법은 합금 기지 원소와, Cu 분말이 혼합된 혼합분말을 제조하는 단계를 포함한다.
- [0086] 상기 다원계 합금 기지는 Cr, Co, Ni 및 Mo 가운데 3종 이상을 포함한다. 상기 합금의 바람직한 원자% 비는 상술한 바와 같다.
- [0088] 다음으로, 본 발명에 따른 고엔트로피 합금의 제조방법은 상기 혼합분말을 가열하여 용해하고 소정 형태로 주조하는 단계를 포함한다. 주조 방식이 특별히 제한되지는 않으며 도가니에 원료를 장입한 형태로 주조를 할 수 있다.
- [0090] 또한, 본 발명의 제조방법은 상기 주조하는 단계 이전에 상기 혼합 분말을 밀링하여 기계적 합금화하는 기계적 합금화 분말을 형성하는 단계를 포함할 수도 있다.
- [0092] 다음으로, 본 발명에 따른 고엔트로피 합금의 제조방법은 상기 주조된 합금을 압연하여 합금재를 제조하는 단계를 포함한다. 바람직하게는, 상기 압연은 열간 압연, 냉간 압연을 포함할 수 있다. 바람직하게는 압하율이 60 ~ 80%가 되도록 주조된 합금을 압연할 수 있다.
- [0094] 다음으로, 본 발명의 고엔트로피 합금의 제조방법은 상기 합금재를 열처리하여 합금을 제조하는 단계를 포함한다. 여기서 상기 열처리에 의해 상기 합금이 균질화될 수 있다.
- [0096] 상기 열처리 단계는, 진공 분위기, 비활성 기체 분위기, 산소 분위기, 또는 질소, 붕소 및 탄소 중 적어도 어느 하나를 포함하는 분위기에서 수행될 수 있다.
- [0098] 또한, 상기 열처리 단계는, 200 °C 내지 1300 °C의 온도에서 1 내지 24 시간 동안 수행될 수 있고, 보다 바람직하게는 900 °C 내지 1000 °C의 온도에서 6 시간 이상 수행될 수 있다.
- [0100] 이상 언급한 본 발명에 따른 제조방법에 의해 제조된 고엔트로피 합금은 상술한 합금을 포함할 수 있다.

이하에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 통하여 본 발명을 더욱 구체적으로 설명한다.

<실시예>

1. 실시예 및 비교예의 제조

합금 기지 원소 및 Cu 분말을 아래 표와 같은 비로 혼합하여 혼합 분말을 제조하였다. 각 순 원소는 99.5%이상의 순도를 가지는 10mm이하의 펠릿 형태로 준비되었다.

이를 도가니에 장입하고 1550℃로 가열하고 용해한 후, 용해된 합금은 지르코니아 도가니에서 잉곳으로 제조되었다. 응고되는 과정에서 압력은 2.5 bar 수준으로 유지되었다. 상기 잉곳에 대해 900 내지 1100℃의 온도에서 압하율 60%로, 열간 압연하였다. 그 후, 공냉(Air Quenching)하였다. 이후 냉간 압연된 판재에 대해 열처리를 하였다. 상기 열처리 과정은 모두 비활성 기체 Ar 분위기에서 1100℃ 6시간 진행되었다.

표 1

	Cr(at%)	Mo(at%)	Fe(at%)	Co(at%)	Ni(at%)	Cu(at%)
비교예 1	33.33	0	0	33.33	33.33	0
실시예 1	10	0	0	34	54	2
실시예 2	10	0	0	32.5	52.5	5
실시예 3	10	0	0	30	50	10
실시예 4	10	0	0	10	60	20
실시예 5	0	5	0	42.5	42.5	10
실시예 6	0	5	0	37.5	37.5	10

2. 시험 평가

제조된 합금의 HV 정도, 인장강도에 관한 시험 결과를 하기 표에 기재하였다.

표 2

	HV 정도	YS(MPa)	UTS(MPa)	EL(%)	마찰계수
비교예 1	153.0±3.0	275.0	630.0	83.8	0.671
실시예 1	122.0±5.0	174.0	509.0	51.0	0.381
실시예 2	136.0±5.0	196.0	522.0	52.3	0.379
실시예 3	141.3±5.5	217.0	521.0	46.4	0.372
실시예 4	149.8±5.2	242.0	562.0	25.8	0.383
실시예 5	160.0±5.2	249.0	702.0	41.8	0.422
실시예 6	211.0±5.2	563.0	707.0	25.1	0.402

표 2를 참조하면, Cu가 포함된 실시예 1 내지 4는 그렇지 않은 합금(비교예)과 비교하여 정도와 강도는 조금 저하되었으나 마찰계수가 확연히 작은 것을 확인할 수 있다. 다만, Mo를 포함하는 실시예 5 및 6은 비교예보다 정도와 강도가 우수함과 더불어 마찰계수 역시 작은 것을 확인할 수 있다.

이처럼, 본 발명에 따른 고엔트로피 합금은 기존의 합금과 마찬가지로 정도와 강도가 우수할 뿐만 아니라, 기존의 합금으로는 달성할 수 없는 고윤활성을 갖는다.

[0120] 이상과 같이 본 발명에 대해서 바람직한 실시예를 기초로 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시 예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.