

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁶
C23C 30/00

(45) 공고일자 1999년01월 15일

(11) 등록번호 특0159135

(24) 등록일자 1998년08월 10일

(21) 출원번호	특1994-009834	(65) 공개번호	특1994-026440
(22) 출원일자	1994년05월04일	(43) 공개일자	1994년12월09일
(30) 우선권 주장	93-107050 1993년05월07일	일본(JP)	

(73) 특허권자 가부시끼가이샤 고오베세이꼬쇼 다키사와 겐사부로
일본국 고오베시 주오-구 와끼노하마쵸 1쵸메 3반 18고
(72) 발명자 하야시 고우치
일본국 효고켄 다카사고시 아라이쵸 신하마 2쵸메 3-1 고오베세이꼬쇼의 다
카사고 제철소 내
카지와라 수조
일본국 효고켄 다카사고시 아라이쵸 신하마 2쵸메 3-1 고오베세이꼬쇼의 다
카사고 제철소 내
후지와라 키주오
(74) 대리인 일본국 고오베시 주오-구 와끼노하마 1쵸메 2-8, 고오베세이꼬쇼의 과연 내
김철수

심사관 : 박봉훈

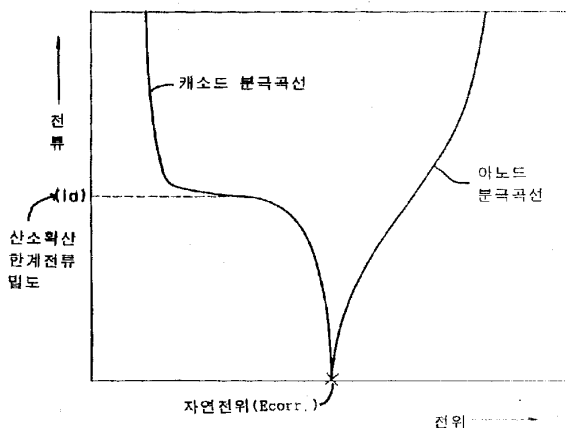
(54) LNG 기화기용 전열관

요약

내부에 LNG 가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수와 상기 LNG 와가 열교환하여 이 열교환으로 LNG 가 기화하도록 구성된 LNG 기화기용 판넬 (전열관)에 있어서, 상기 전열관의 표면에는 기본적으로 1.5~3.5 중량 % Zn 과 다음의 중량비율을 가진 금속의 피막이 형성되어 있는 LNG 기화기용 전열관.

In : 0.015 ~ 0.200 중량 %
Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %
Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %
Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %
Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

대표도



명세서

[발명의 명칭]

LNG 기화기용 전열관

[도면의 간단한 설명]

제 1 도는 금속의 분극곡선의 일례를 나타낸 그래프.

제 2 도는 자연전위 및 산소환산한계전류밀도를 측정하는 시험장치를 측면에서 본 설명도이다.

제 3 도는 본 발명상의 LNG 기화용 전열관을 예시한 사시도이다.

★ 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

- | | |
|--------------|--------------|
| 1 : LNG 매니폴드 | 20 : 안쪽 용기 |
| 2 : LNG 헤더 | 21 : 덮개 |
| 3 : 판넬(전열기) | 22 : 전동기 |
| 4 : NG 헤더 | 23 : 교반기 |
| 5 : NG 매니폴드 | 24 : 대극삽입공 |
| 6 : 해수헤더 | 25 : 기준전극삽입공 |
| 7 : 스프레이 노즐 | 30 : 대극 (對極) |
| 8 : 트라프 | 40 : 기준전극 |
| 10 : 바깥용기 | 50 : 조작장치 |
| 11 : 온도제어기 | M : 전류전압 측정기 |

M₁ : 기록장치

[발명의 상세한 설명]

본 발명은 LNG 기화기용 전열관에 관한 것이다. 더욱 상세하게는 방식효과가 우수한 상기 전열관에 관한 것이다.

종래 기술의 경우, 액화 천연가스 (이하 LNG 라 함) 는 통상 저온고압의 액상으로 이송하든 아니면 저장하든 실제로 사용할 때에는 반드시 사전에 기화시켜 사용하였고, 그래서 대량의 LNG를 기화시키기 위해 통상 오픈렉크베포라이저 (이하 "ORV" 라 함) 가 이용되었다.

제 3 도는 상기 ORV 의 일례를 도시한 개략 사시도로서 여기에서 보는 바와 같이 ORV는 열교환기의 일종으로서 해수와의 열교환에 의해 LNG를 가열하여 기화하는 것임을 알 수 있다. 즉, 해수는 해수헤더 6 으로부터 스프레이 노즐 7을 거쳐 트라프 8에 모여서, 이 트라프 8의 양측 가장자리부로부터 판넬 (전열관) 3 의 외면을 채워가면서 수직으로 내려간다. 한편, LNG 는 LNG 매니폴드 1 로부터 LNG 헤더 2로 보내지고, 상기 해수와의 열교환으로 가열되어 상기 판넬 3 안에서 기화하여 상승하고, NG 헤더 4 로부터 NG 매니폴드 5 로 도출된다.

그리고, 상기 전열관으로서의 판넬 3 의 재질은 열전도성이 양호하다는 점, 또한 판넬 3이 요구하는 복잡한 형상으로 가공하기 쉬워야 한다는 점에서 통상 알루미늄합금을 사용하여 왔다. 그러나, 원래 알루미늄합금은 해수에 침지된 상태로는 부식되기 쉽고, 일단 침식이 개시되면 그 부분이 집중적으로 부식되어 이른바 구멍이 뚫리는 공식(孔食)이 발생하기 쉽다는 결점이 있다.

따라서, 종래에는 상술한 바의 용도에 이용되어 온 알루미늄합금을 대상으로 방식처리가 활발히 연구되어 현재 희생방식작용을 이용한 방법이 그 주류를 점하고 있다.

희생방식작용을 이용한 방법이라 함은 알루미늄합금으로 이루어지는 모재(이하 "모재합금"이라 함)의 표면을 모재합금보다도 부식되기 쉬운 금속, 즉 모재의 알루미늄합금 보다도 이온화경향이 큰 합금 (이하 "피복합금"이라 함)으로 피복하는 것으로, 이러한 방법으로 당초에는 모재합금자체가 피복합금으로 피복되기 때문에, 해수가 모재합금에 직접 접촉하지 않고, 그 만큼 부식이 유효히 저지됨과 아울러 피복합금의 피복이 벗겨져 모재합금이 노출된 상태로는 이온화경향이 큰 피복합금(被膜合金)의 희생방식작용으로 모재합금의 부식이 방지되었다.

종래의 이와 같은 희생방식작용을 가지는 피복합금으로서는, Al 과 Zn 합금이 알려져 있고, Al - 2% Zn 합금, 또는 Al - 3% Zn합금이 통상 사용되어 왔다. 즉, 상술한 피복합금을 모재합금의 표면에 용사하여 피막을 형성시키므로써 모재합금을 부식으로부터 유효하게 보호한다.

한편, 상술한 Al - 2% Zn 합금 또는 Al - 3% Zn 합금에 미량의 Hg, Sa, Zn, In, Ga 또는 Cd 중 1 종 또는 다수의 수종(數種)을 조합한 것을 혼입시켜 제조하면 피복합금의 희생방식효과가 개선되는 방법이 알려져 있고 실제로 그러한 금속이 혼입된 것이 실제용도로 쓰여지고 있다.

그러나, 상술한 Al - 2% Zn 합금, 또는 Al - 3% Zn 합금이 피복합금으로서 다른 조성을 가진 것에 비하여 양호한 희생방식작용을 가진 것인지 아닌지에 대해서는 확실한 바 없을 뿐 아니라 지금까지 어느정도 미량의 Hg, Sn, In, Ga 또는 Cd를 혼입시키면 가장 양호한 피복합금이 얻어지는 지에 대해서도 아는 바가 없었다.

다시말하면, 이와 같은 피복합금의 성능은 피복합금을 실제로 모재합금에 적용하여 장기간 희생방식효과를 알 수 있기 위한 실제실험과 확인을 거치지 않으면 안되고, 무한한 조합을 해 보아 피복합금을 만들어 보지 않으면 알 수 없어 실험한다는 것이 사실상 불가능하였기 때문이다.

게다가 현재 실제로 채용되고 있는 Al - 2% Zn합금, 또는 Al - 3% Zn 합금에 대해서는 이와같은 피복합금으로 할 경우 피복하지 않는 경우보다 방식이 개선된다 볼 수 없어, 실제로 더욱 장기간의 방식효과와 공식(孔食) 방지효과가 요망되고, 특히 언제나 해수에 접촉하여 부식문제에 직면하고 있는 LNG기화용 전열

관에 대해서는 더욱 효과가 큰 피복합금의 개발이 요망되기에 이르렀다.

본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로 장기간의 연구결과와 수 많은 실제실험을 거치지 않고도 피복합금이 가진 특정성질을 시험적으로 측정함으로써, 피복합금의 희생방식성능을 예측할 수 있는 방법을 찾아내고, 그 예측법을 구사하여 많은 실험실적 시험을 거쳐 그 결과가 나올 수 있도록 한 것이다. 그리하여 본 발명은 종래보다 우수한 방식효과를 가지는 피복합금으로 피막이 형성된 LNG 기화용 전열관을 제공하는 것을 목적으로 한 것이다.

특허청구범위 제 1 항에 기재된 바와 같이 본 발명상의 LNG 기화용 전열관은 기본적으로 내부에 LNG가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 그 해수와 상기 LNG 와가 열교환되고, 이 열교환에 의해 LNG가 기화하도록 구성된 LNG 기화용 전열관에 있어서, 상기 전열관의 외표면에는 기본적으로 1.5~3.5 중량%의 Zn 과, 다음의 중량비율로 되는 금속(인듐, 주석, 수은, 갈륨, 카드뮴 등의 금속원소)의 1 종 또는 2 종 이상이 선택적으로 포함된 알미늄합금의 피막이 형성되는 것을 특징으로 한다. 즉,

In : 0.015 ~ 0.200 중량 %

Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %

Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %

Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

물론, 상기 알미늄합금피막은 1.5 ~ 3.5 중량 %의 Zn과 예컨대 0.01 중량 %의 Hg 로 구성될 경우도 양호한 효과를 보이고 있고, 여기에 특허청구범위 제 2 항 및 제 3 항에서와 같이 각각 0.05 중량 % In 또는 0.03 중량 % In 과 0.1중량 % Sn을 추가적으로 포함구성하여도 양호한 효과를 보임을 알게 되었다.

본 발명상의 특허청구범위 제 5 항에 기재된 바의 LNG 기화용 전열관은 내부에 LNG가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수와 상기 LNG와가 열교환되고, 이 열 교환에 의해 LNG가 기화하도록 구성함에 있어 상기 전열관의 외표면에는 3.5 ~ 85.0 중량 % Zn 이 포함된 알미늄합금의 피막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다. 이 경우 예컨대, 15% Zn 으로 이루어진 것도 대체적으로 확실한 효과를 보임을 알게 되었다.

본 발명상의 특허청구범위 제 7 항에 기재된 바의 LNG 기화용 전열관은, 내부에 LNG가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수와 상기 LNG와가 열교환되고, 이 열교환에 의해 LNG가 기화하도록 구성함에 있어 상기 전열관의 외표면에는 3.5~85.0 중량 % Zn이 포함된 알미늄합금의 피막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다. 이 경우 예컨대, 15% Zn 으로 이루어진 것도 대체적으로 확실한 효과를 보임을 알게 되었다.

본 발명상의 특허청구범위 제 7 항에 기재된 바의 LNG 기화용 전열관은, 내부에 LNG가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수와 상기 LNG와가 열교환하며, 이 열교환에 의해 LNG가 기화하도록 구성함에 있어 상기 전열관의 외표면에는 3.5~85.0중량 % Zn 과 다음의 중량비율을 가진 금속의 1종 또는 2종 이상이 포함된 알미늄합금의 피막이 형성되어 있는 것을 특징으로 한다.

즉,

In : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %

Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %

Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

여기에서 청구항 제 8~10항에서 각각 기술한 바와 같이 15중량 % Zn 과 0.01중량 % Hg, 또는 15 중량 % Zn과 0.10 중량 % Sn 이 포함구성되거나 여기에 0.03중량 % In을 추가로 함유하는 것이 양호한 효과를 보임을 알게 되었다.

다음의 본 발명을 더욱 상세히 설명한다. 제 1 도는 금속의 분극곡선(分極曲線)을 예시하는 그래프이다. 이 그래프에서는 횡축에 전위(電位)값이 매겨져 있고, 종축에는 전류치가 매겨져 있다. 일반적으로, 해수 등과 같은 전해질을 포함한 용액중에 금속(합금포함)의 전극을 침지하며, 예컨대 어스된 기준전극과 대향시키면, 상기 금속의 전극에는 반드시 그 금속고유의 전위가 계측된다. 이와같은 전위를 그 금속의 자연전위라 한다. 제 1 도의 그래프에서는 X 인 표시의 것이 그 금속의 자연전위를 나타내고 있다. 다만, 단순히 전해질 용액속에 금속전극을 침지한 것만으로는 전위는 형성되더라도 전류는 흐르지 않는다.

따라서, 이와같은 자연전위는 금속의 종류에 따라 다르고, 이온화경향이 적은 귀금속일수록 자연전위는 높고, 이온화경향이 큰 비금속일수록 자연전위는 낮은 경향이 있다. 즉, 귀금속일수록 상기 그래프상에서의 X 인 표시는 우측으로 이동하고, 비금속일수록 X 인은 좌측으로 이동한다.

그래서, 대극(對極)을 설치한 상태에서 상기 금속에 자연전위보다 높은 전위를 무리하게 인가하면 금속전극으로부터 대극에 향해서 전류가 흐르게 된다. 이 인가전압과 전류와의 관계를 제 1 도의 그래프에 그린 것이 아노드 분극곡선이다. 역으로 상기 금속전극에 자연전위보다도 낮은 전위를 무리하게 인가하면 이번에는 역으로 대극으로부터 금속으로 향하여 전류가 흐르게 되고, 이 인가전압과 전류와의 관계를 그린 것이 캐소드(cathode) 분극곡선이다.

따라서, 캐소드 분극곡선 중, 전류를 y 로 하고, 전위를 X 로 한 경우, $dy/dx = 0$ 일 때, 즉, 상당한 전위범위에서 전류값이 변화하지 않을 때의 전류치 (ia)를 산소환산한계전류밀도라 하는데, 이 값은 금속전극이 환원반응을 일으키는 전극으로서 이용되는 경우, 즉, 제2도의 그래프에서 캐소드 분극곡선을 그리도록 금속전극에 전압이 인가된 경우, 전류를 만들어 내는 기본으로 되어 있는 용존산소의 환산이

포화상태, 즉, 산소의 확산율속(擴散律速)인 것을 나타내는 지표가 된다.

본 발명자 등은 예의 연구결과, 각종 피복합금을 대상으로 하여, 특정조건하에서 이상 설명한 제 2 도에서 예시하는 분극곡선을 얻도록 측정을 행하면, 그 피복합금의 희생방식효과의 양부를 판정할 수 있음을 알게 되어 그 결과 본 발명에 이르게 된 것이다.

즉, 본 발명이 대상으로 하고 있는 전열관으로서의 ORV 에 있어서는, 피복합금의 모재합금에 대한 용사피막(溶射被膜)은 저온해수에 씻기는 유동상태에 있게 되는 부분, 즉 제 3 도의 판넬 3 의 아랫쪽 하부에서의 ORV 의 부식손상이 심하고, 이른바 에로존·코로존이라 불리우는 부식현상을 일으킨다. 이와같은 상황하에서의 ORV 의 저온에서 에로존·코로존을 보다 양호하게 방지하기 위해서는

① 해수의 저온고류속하에서 피복합금의 자연전위가 현존하는 Al-Zn 합금에 비하여 충분히 낮도록 (즉, 보다 낮은 전위) 하여야 하고,

② 해수의 저온고류속하에서 피복합금의 산소확산한계전류밀도가 종래의 Al - Zn 합금에 비해 충분히 작아야 하는 2가지 점을 만족할 필요가 있음이 판명되었다.

상기 ① 은 희생방식재로서의 기능이 우수한 것임을 나타낸 것으로, 예컨대 피복합금의 일부가 박리되어 모재합금이 노출된 경우, 즉 모재합금과 피복합금이 쌍방 모두, 전극으로 공존하고 있는 상태에서는, 부식은 피복합금에 집중되고, 모재합금의 부식은 유호히 억제된다고 하는 것을 나타내고 있다.

또한, 상기 ② 는 ① 과는 달리, 피복합금 그것이 부식되기 어려움을 나타내고 있다. 그리고, 상기 ① 및 ② 의 조건을 만족하는 Al - Zn 합금에 대해서는, 미량의 첨가금속을 포함하여, 조성성분에 대해 많은 조합이 존재하며, 그들조합에 대해, 상기 자연전위 및 산소확산한계전류밀도를 특정조건 (해수의 저온고류속하에서)으로 측정한다.

특허청구범위 제 1 항의 LNG 기화용 전열관에 의하면, 이 전열관의 표면에는 1.5~3.5중량% 의 Zn 과 다음의 비율을 가진 1 종 또는 2 종이상의 금속성분이 함유된 알루미늄합금의 피막이 형성된다.

In : 0.015 ~ 0.200 중량 %

Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %

Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %

Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

이와같은 조성의 피복합금에 있어서는, 특정조건하 (5℃의 염농도 약 3.5 중량% 로 조제한 인공해수의 고속흐름으로 측정시료를 테스트)에서 자연전위의 값 (Ecorr) (mV 대 Ag/AgCl) 및 산소확산한계전류밀도 (ia) ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$) 값은 측정결과, 각각

Ecorr = -950mV ~ -1650mV

및 ia = 25 μA ~ 80 μA

이고, 어느 것이나 종래의 피복합금의 약 -820mV 및 약 370 μA 보다도 작은 값을 나타내었다.

따라서, 특허청구범위 제 1 항에 기재된 바의 LNG 기화용 전열관은 종래의 피복합금이 용사된 LNG 기화용 전열관보다도 우수한 희생방식재 및 피복재로 피복되고 있는 점에서 종래보다도 우수한 방식성능을 보유하고 있다.

또한, 특허청구범위 제 5 항의 LNG 기화용 전열관에 의하면, 이 전열관의 표면에는 3.5 ~ 85.0 중량% 의 Zn 이 함유된 알루미늄합금의 피막이 형성된다.

이와같은 조성을 가진 피복합금에 있어서는, 상기와 같은 특정조건하에서의 자연전위 값(Ecorr) 및 산소확산한계전류밀도 (ia)의 값은 측정결과 각각,

Ecorr = -900mV ~ -1020mV

및 ia = 40 μA ~ 250 μA

이고, 어느것이든 종래의 피복합금의 약 -820mV 및 약 370 μA 보다도 작은 값을 보여주고 있다.

따라서, 청구범위 제 2 항 기재의 LNG 기화용 전열관은 종래의 피복합금이 용사된 LNG기화용 전열관보다도 우수한 희생방식재 및 피복재로 피복되고 있어, 종래에 비해 우수한 방식성능을 부유하고 있는 것이다.

또한, 특허청구범위 제 7 항 기재의 LNG 기화용 전열관에 의하면, 이 전열관의 표면에는 3.5~85.0 중량% 의 Zn 과 아래의 중량비를 가진 금속의 1종 또는 2종이상이 함유된 알루미늄합금의 피막이 형성되어 있다.

In : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %

Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %

Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

이와같은 조성을 가진 피복합금에 있어서는, 상기와 같은 특정조건하에서 자연전위의 값 (Ecorr) 및 산소확산한계전류밀도 (ia)의 값은 측정결과 각각,

$E_{corr} = -1050\text{mV} \sim -1600\text{mV}$

및 $i_a = 40\mu\text{A} \sim 75\mu\text{A}$

및 어느것이나 종래의 피복합금의 약 -820mV 및 $370\mu\text{A}$ 보다도 작은 값을 가지고 있다.

따라서 특허청구범위 제 7항 기재의 LNG기화용 전열관은 종래의 피복합금이 용사된 LNG기화용 전열관보다도 우수한 희생방식재 및 피복재로 피복되어 있어 종래보다도 우수한 방식성능을 보유하고 있다.

LNG 기화기의 전열관용사에 의해 피복을 형성하는 각종 조성의 피복합금의 자연전위 (E_{corr}) 및 산소확산한계전류밀도 (i_a)를 제 2 도에서의 시험장치를 이용하여 측정하였다.

이 측정장치는 온도를 조절하기 위한 물로 채워진 바깥용기 10 와, 이 바깥용기 10의 속으로 들어가는 합금측정시료를 장전하기 위한 안쪽용기 20 와로 이루어져 있다.

상기 바깥용기 10 에 채워진 물은 온도제어기 11 에 의해 소망하는 온도로 제어되도록 되어있다. 안쪽용기 20 에는 염농도가 대략 3.5% 로 조제된 인공해수가 주입되고 이 인공해수 중에 측정시료가 침지된다.

안쪽용기 20 의 상부 개구(開口)는 덮개 21 에 의해 닫아지도록 되어있고, 이 덮개 21 에는 하부에 교반기 23을 가지는 전동기 22가 취부되어 있다. 상기 교반기 23의 하부에 측정시료 26 가 일체로 장착되어 있다. 따라서, 상기 전동기 22를 구동시키므로써 안쪽용기 20 안을 원운동하는 인공해수의 수류를 발생시킬 수가 있다. 한편, 상기 측정시료의 교반부 23 로의 장착은 덮개 21를 안쪽용기 20 로부터 밖으로 빼내어 행한다.

이와같은 안쪽용기 20 에는 대극삽입공(對極插入孔) 24 및 기준 전극삽입공 25 이 설치되고, 대극삽입공 24 로부터는 합금의 대극 30 이 또한 기준 전극삽입공 25로부터는 기준전극 40 이 삽입되도록 되어있다. 따라서 이들이 안쪽용기 20 안에 삽입된 상태로는 인공해수 중에 측정시료 26 와 대극 30 이 소정의 간격을 두고 서로 대향되어 있는 상태로 되어있다.

그래서, 측정시료 26, 대극 30 및 기준전극 40 과는 전선으로 전류전압측정기 M 에 접속되고, 소정의 조작을 행하므로써 제 1 도에서 예시하는 그 시료의 분극곡선을 얻을 수가 있다. 이 분극곡선은 전류전압측정기 M 에 부설된 기록장치 M₁ 에 출력되기 때문에 그 그래프를 읽어서 그 시료의 자연전위 (E_{corr}) 및 산소확산한계전류밀도 (i_a)의 값을 얻을 수가 있다.

한편, 이 시험장치의 운전조작은 바깥용기 10 의 하부에 배치된 조작장치 50의 조작 판넬로부터 행해지도록 되어있다.

이와같은 시험장치를 이용하여 여러 가지 조성을 가진 Al-Zn 합금의 시료를 조제하여 각각의 자연전위 (E_{corr}) 및 산소확산한계전류밀도 (i_a)의 값을 측정하였다. 참고로 하기 위해, 알루미늄합금의 모재 (A 5083) 및 비교예로서의 Al-2% Zn 합금에 대해서도 같은 시험을 행하고 있다.

한편, 시험조건은

인공해수농도 약 3.5%

인공해수온도 약 5℃

교반부 회전수 5000rpm

으로 하였다.

시험에 제공된 피복합금의 조성 및 자연전위 (E_{corr}) 및 산소확산한계전류밀도 (i_a)의 측정결과는 제 1 표에서 보는 바와 같다.

[표 1]

시험 번호	종 별	합 금 의 조 성	자연전위 (E _{corr})	산소환산한계 전류밀도(ia)
		(종 랑 x)	(mV 대 Ag/AgCl)	($\mu A/cm^2$)
1	모재	A 5083 (모재)	-779	280
2	청 구 합 수 1~4 합 금 재	Al-2xZn-0.03x In	-1080	30
3		Al-2xZn-0.10x In	-1100	35
4		Al-2xZn-0.20x In	-1150	25
5		Al-2xZn-0.10x Sn	-1250	55
6		Al-2xZn-0.01x Hg	-1450	35
7		Al-2xZn-0.30x Ga	-1300	50
8		Al-2xZn-3.00x Cd	-950	80
9		Al-2xZn-0.05x In-0.01xHg	-1550	40
10		Al-2xZn-0.03x In-0.1xSn-0.01xHg	-1650	25
11	통 5 의 예	Al-4xZn	-900	60
12		Al-10xZn	-950	45
13		Al-15xZn	-1020	60
14		Al-45xZn	-940	150
15		Al-85xZn	-970	250
16	등 7~10 의 예	Al-15xZn-0.03xIn (가)	-1100	40
17		Al-15xZn-0.10xSn	-1300	65
18		Al-15xZn-0.01xHg	-1500	75
19		Al-15xZn-0.30xGa	-1250	60
20		Al-15xZn-3.00xCd	-1050	70
21		Al-15xZn-0.03xIn-0.10xSn	-1600	50
22	비교예	Al-2xZn	-818	385
23		Al-2xZn-0.01xIn	-830	350

(주) * -1200mV 대 Ag/AgCl 에 있어서의 음극전류밀도

이 표에서 알 수 있는 바와 같이 청구항 1 항 기재의 발명에 이용된 피복합금

(가), 청구항 5 항 기재의 발명에 이용된 피복합금 (나) 및 청구항 7 항 기재의 발명에 이용된 피복합금 (다) 의 자연전위 (E_{corr}) 및 산소환산한계전류밀도 (ia) 의 값은 대략 다음과 같았다.

E _{corr}	ia
(가) -950mV ~ 1.650mV	25 μA ~ 80 μA
(나) -900mV ~ -1020mV	40 μA ~ 250 μA
(다) -1,050mV ~ 1,600mV	40 μA ~ 75 μA

어느것이나, 종래의 피복합금의 약 -820mV 및 약 $370\mu\text{A}$ 보다도 작은 값을 나타낸다.

따라서, 본 발명상의 LNG 기화용 전열관은, 종래의 피복합금이 용사된 LNG 기화용, 전열관보다도 우수한 희생방식재 및 피복재로 피복되어 있는 것이 되고, 종래보다도 우수한 방식성능을 가지고 있게 되어 가혹한 환경조건에도 불구하고 본 발명상의 LNG기화용 전열관은 종래보다도 보다 양호하게 부식에 견딜 수가 있다.

이상 설명한 바와 같이, 본 발명상의 LNG 기화용 전열관은 내부에 LNG가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되어 이 해수와 상기 LNG와가 열교환하고, 이 열교환에 의해 LNG가 기화하도록 구성된 LNG 기화기용 전열관에 있어서, 상기 전열관의 외표면에는 다음의 (가), (나), 또는 (다)의 조성을 가진 피복합금의 피막이 형성되게 된다.

(가) 1.5~3.5 중량% Zn 과 다음의 중량비율을 가진 금속의 1종 또는 2종이상이 함유된 알미늄합금

In : 0.015 ~ 0.200 중량 %

Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %

Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %

Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

(나) 3.5~85.0 중량% Zn 이 함유된 알미늄합금

(다) 3.5~85.0 중량% Zn 과 다음의 중량비율을 가진 금속의 1종 또는 2종이상이 함유된 알미늄합금

In : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Sn : 0.010 ~ 0.200 중량 %

Hg : 0.002 ~ 0.020 중량 %

Ga : 0.100 ~ 0.500 중량 %

Cd : 0.100 ~ 5.000 중량 %

이와같은 조성을 가진 피복합금에 있어서는, 특정조건하 (5°C 의 염농도 약 3.5 중량% 로 조제한 인공해수의 고속흐름으로 측정시료 테스트)에 있어서의 자연전위의 값 (E_{corr}) (mV 대 Ag/AgCl) 및 산소환산한계 전류밀도 (i_a) ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)의 값은 측정결과 각각,

E_{corr}	i_a
(가) $-950\text{mV} \sim 1.650\text{mV}$	$25\mu\text{A} \sim 80\mu\text{A}$
(나) $-900\text{mV} \sim -1020\text{mV}$	$40\mu\text{A} \sim 250\mu\text{A}$
(다) $-1,050\text{mV} \sim 1,600\text{mV}$	$40\mu\text{A} \sim 75\mu\text{A}$

이고, 어느것이나 종래의 피복합금의 약 -820mV 및 약 $370\mu\text{A}$ 보다도 작은 값을 나타내고 있다.

따라서, 본 발명상의 LNG 기화용 전열관은 종래의 피복합금이 용사된 LNG기화용 전열관보다도 우수한 희생방식재 및 피복재로 피복되어 있는 것이 되고, 종래보다도 우수한 방식성능을 보유하고 있어 가혹한 환경에도 견딜 수 있어 종래의 것에 비하여 극히 양호하여 부식에 의한 손상이 회피되고, 그 결과 부식에 의한 LNG기화장치의 고장빈도가 감소하면서도 일층 내구성기간이 연장되는 등 공업적으로도 가치가 큰 효과를 가져오고 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

내부에 LNG 가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수와 상기 LNG 가 열 교환하여, 이 열교환에 의해 LNG 가 기화하도록 구성된 LNG 기화기용 전열관에 있어서, 상기 전열관의 외표면에는 기본적으로 1.5 ~ 3.5 중량%의 Zn 과, 다음의 중량비율을 가진 1종 또는 2종이상의 금속이 선택적으로 함유된 알미늄합금의 피막이 형성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 알미늄합금피막은 1.5~3.5 중량%의 Zn 과 0.01 중량% 의 Hg 로 구성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 3

제 2항에 있어서, 상기 알미늄합금피막은 또한 0.05 중량% 의 인듐(In) 성분을 추가로 포함구성하는 것을

특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 알루미늄합금피막은 또한 0.03 중량% 인듐(In) 과 0.1 중량% 주석(Sn)성분을 추가로 포함구성하는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 5

내부에 LNG 가 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수는 상기 LNG 와 열교환하여 이 열교환에 의해 LNG 가 기화하도록 구성된 LNG 기화기용 전열관에 있어서, 상기 전열관의 외표면에는 3.5~85.0 중량%의 Zn이 함유된 알루미늄합금의 피막이 형성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 알루미늄합금피막은 15% Zn 으로 이루어지는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 7

내부에 LNG 유통되고, 외표면에 해수가 공급되며, 이 해수와 상기 LNG가 열교환하여 이 열교환에 의해 LNG 가 기화하도록 구성된 LNG 기화기용 전열관에 있어서, 상기 전열관의 외표면에는 3.5~85.0 중량%의 Zn 과, 다음의 중량비율로 가진 금속의 1종 또는 2종이상 함유된 알루미늄합금피막이 형성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 알루미늄합금피막은 15 중량% Zn 과 0.01 중량% Hg 가 포함구성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 9

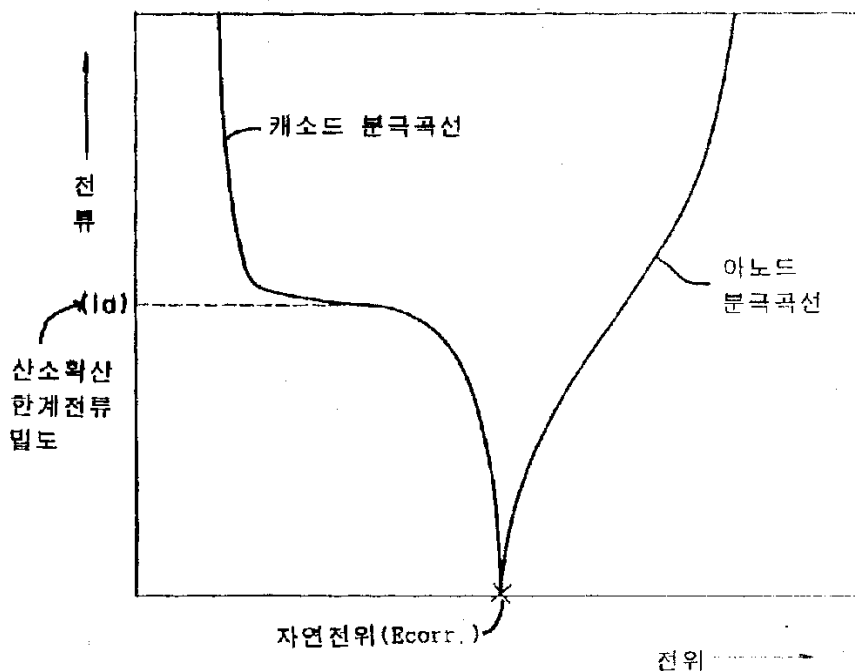
제 7 항에 있어서, 상기 알루미늄합금피막은 15 중량% Zn 과 0.10 중량% Sn 이 포함 구성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

청구항 10

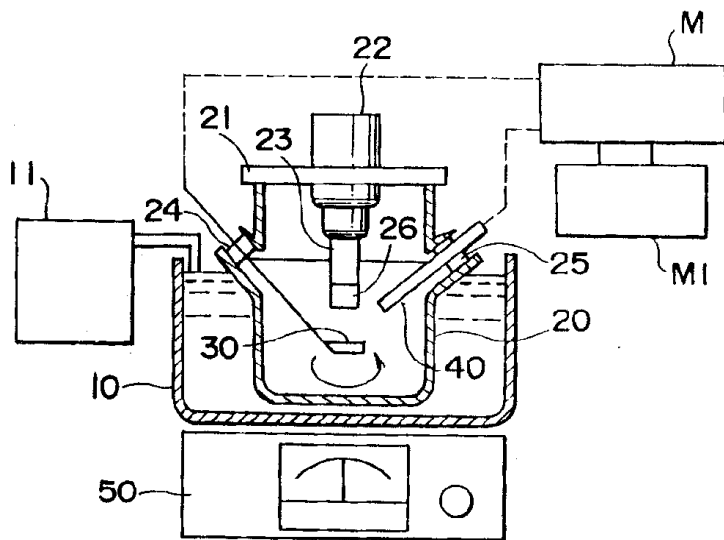
제 9 항에 있어서, 상기 알루미늄합금피막은 또한 0.03% In을 추가로 포함구성되는 것을 특징으로 하는 LNG 기화기용 전열관.

도면

도면1



도면2



도면3

