

논문 2017-54-1-17

# 본질안전인증 취득을 위한 요구조건 분석에 관한 연구

## ( A Study on Requirements Analysis for Obtaining Intrinsic Safety Certification )

오 규 태\*

( Kyutae Oh<sup>©</sup> )

### 요 약

원유 탱크나 가스 저장소 등과 같이 상시 폭발 가능한 농도의 지역을 0종 지역이라고 한다. 0종지역에서 각종 장비를 사용하기 위해서는 본질적으로 스파크가 일어나지 않는다는 것을 보증할 수 있는 본질안전인증을 득해야 한다. 본질안전인증을 취득하는 장치는 대부분 간단한 단품 소자이거나 장치가 대부분인데 본 연구에서는 수백가지 부품이 PCB 기판에 실장된 초음파 발생 장치와 마이크로컨트롤러가 포함된 전자전자회로를 본질안전인증을 취득하려고 하는 것이므로 매우 어려운 과정이었다. 본 연구를 통해 까다로운 본질안전인증을 대비한 회로 설계를 어떻게 해야 하는지에 대한 방법을 파악할 수 있게 되었으며 향후 본질안전인증을 취득하게 될 경우 본 연구의 결과를 이용하면 보다 용이하게 본질안전 회로를 설계할 수 있게 될 것이다.

### Abstract

Areas of concentrations that can be exploited at all times, such as gas reservoirs in crude oil tanks, are called zero zones. In order to use various equipment in Zone 0, an intrinsically safe certification must be obtained that can guarantee that sparks will not occur in nature. Most devices that acquire intrinsic safety certification are mostly simple single-component devices or devices. In this study, it was a very difficult process because we intend to acquire the intrinsic safety certification of an electronic circuit including an ultrasonic generator and a microcontroller in which hundreds of components are mounted on a PCB substrate. Through this study, we have been able to understand how to design a circuit for intricate intrinsic safety certification. and Using the results of this study, it will be easier to design intrinsically safe circuits when trying to develop a circuit that can obtain intrinsic safety certification.

**Keywords :** Intrinsic Safety Certification, crude oil, oil tank

## I. 서 론

유조탱크 등에서 운영하는 장치는 반드시 방폭인증을 득하여야 한다. 방폭등급은 지역의 위험성에 따라 0종, 1종, 2종으로 분류된다. 0종은 지속적인 위험 지역, 1종은 통상상태에서의 간헐적 위험지역, 2종은 이상상태에서의 위험지역에 해당한다.

또한, 방폭 구조의 종류에 따라서는 내압(耐壓) 방폭 구조, 안전증 방폭, 압력(壓力) 방폭구조, 유입 방폭구조, 몰딩방폭구조, 본질 안전 방폭 구조가 있다.

이 중 유조 탱크는 0종 지역으로 0종 지역은 전선의 단선이나 단락 등에 의해 전 회로 중에서 전기불꽃이 생겨도 폭발성 혼합물이 결코 점화하지 않아야 하는 구조인 본질안전인증을 득해야 한다.<sup>[1~2]</sup>

본 연구에서는 초음파 발생 장치를 원유탱크에 사용하기 위해 본질안전인증을 득하는 과정을 연구하면서 본질안전에 필요한 회로 요구조건 및 설계 방법을 연구하였다.

\*정회원, 대림대학교 디지털전자과 (Department Digital Electronics of Daelim University College)

© Corresponding Author(E-mail : oh-kt@hanmail.net)

Received ; November 3, 2016 Revised ; November 24, 2016

Accepted ; December 26, 2016

## II. 본 론

### 1. 개요

방폭 인증 취득을 위해 실력있는 방폭 컨설팅 업체를 섭외하는 것이 매우 중요하다. 그러나 본질안전인증에 대한 컨설팅이 가능한 업체는 국내에 2개 사 정도 있는 상황이고 컨설팅 기간도 제품의 개발이 완료된 상태에서 최소 1년 정도의 기간이 소요된다.<sup>[3]</sup>

방폭 컨설팅과정은 크게 기구부와 회로부로 구분하여 진행되며 기구는 내부 회로의 전기적인 쇼크나 외부 충격에 견디는 구조로 되어 있는지, 충격에는 어느 정도 견디는지를 중심으로 진행되었으며, 회로는 최악 조건(전원 단락)에서의 전류 소모량, 안전 회로 기능 등의 관점으로 진행된다.<sup>[4]</sup>

### 2. 방폭인증의 종류

#### 가. 위험 부위기의 정도에 따른 방폭 인증 종류

방폭등급은 아래 표와 같이, 0종, 1종, 2종으로 분류된다.

##### ① 0종 (지속적인 위험 분위기)

- 폭발성 Gas 혹은 Vapor 가 폭발 가능한 농도로 계속해서 존재하는 지역
- Tank의 내부, Pipe Line 혹은 Equipment의 내부 등

##### ② 1종 (통상상태에서의 간헐적 위험분위기)

- Normal 운전조건에서 폭발성가스의 농도가 위험수준에 이를 수 있는 지역
- 혹은 Maintenance, Repair 등으로 인해 자주 폭발성 가스가 위험수준 이상으로 존재할 수 있는 지역

##### ③ 2종 (이상상태에서의 위험분위기)

- 이상상태, Emergency Condition 에서 폭발성 가스가 존재할 수 있는 지역
- 인화성, 휘발성 액체나 가스가 다루어지거나 처리되거나 사용되지만, 위험물이 일반적으로 닫힌 용기 혹은 닫힌 시스템 안에 갇혀 있기 때문에 오직 사고로 인해 용기나 시스템이 파손되는 경우, 혹은 설비의 부적절한 운전의 경우에만 위험물이 유출될 가능성이 있는 지역

#### 나. 방폭 구조의 종류

##### ① 내압(耐壓) 방폭구조 (Flame proof enclosure “d”)

내압방폭은 방폭 기기의 기본이 되며, 가장 먼저 고안된 방폭 방법으로서 용기 내부에서 가연성 가

표 1. 위험 분위기의 정도에 의한 분류

Table1. Classification by degree of danger atmosphere.

분 류	기 준
0종	지속적인 위험 분위기 (일반적으로 연간 1000 시간 이상)
1종	통상상태에서의 간헐적 위험 분위기 (연간 10~1000 시간)
2종	이상상태에서의 위험분위기 (연간 0.1~10 시간)

스가 폭발하였을 경우 용기가 그 폭발 압력에 견디고, 폭발 시 발생하는 불꽃이 틈새나 구조적인 접합면을 통하여 용기 밖에 존재하는 위험 가스에 점화되지 못하도록 하며, 외부 폭발 시에 발생하는 폭발압력에 견딜 수도 있으며, 또한 구조용기 표면의 온도에 의해서도 점화가 일어나지 않도록 설계된 구조를 말한다.

##### ② 안전증 방폭 (Increased Safety “e”)

1 종 장소와 2 종 장소에 적합한 구조이다. 안전증 방폭 구조는 전기기기의 권선, Air Gap, 접속부, 단자부 등과 같이 정상적인 운전 중에는 불꽃, 아아크 또는 과열이 생겨서는 안될 부분에 이런 것의 발생을 방지하기 위하여 구조와 온도상승에 대하여 특히 안전도를 증가 시킨 구조이다.

##### ③ 압력(壓力) 방폭구조 (Pressurized Apparatus “f”)

전기설비 용기 내부에 공기, 질소 등의 불활성가스 등을 불어 넣어 용기내의 압력을 외부 압력보다 50pa (5mm H2O) 높게 유지하여 내부에 가연성 가스 또는 증기가 유입되지 못하도록 한 구조이다

##### ④ 유입 방폭구조 (Oil Immersion “O”)

2 종 장소에만 적합한 구조이다. 유입 방폭구조는 전기기기의 불꽃 또는 아아크 등이 발생해서 폭발성가스에 점화할 우려가 있는 부분을 광물성기름 (Mineral Oil) 으로 적절한 절연 내력과 아크를 소멸시키는 특성을 갖는 유중에 넣고 유면 상의 폭발성가스에 인화될 우려가 없도록 한 것이다.

##### ⑤ 몰딩방폭구조 (Mould Type)

보호기기를 고체로 차단시켜 열적 안정을 유지한 것으로 유지보수가 필요없는 기기를 영구적으로 보호하는 방법에 효과가 큰 구조이다.

##### ⑥ 본질 안전 방폭 구조 (Intrinsic Safety “ia, ib”)

0 종, 1 종, 2 종 장소 또는 Class I Division 1 지역에 모두 적합한 구조이다. 단선이나 단락등에 의해 전기 회로 중에서 전기불꽃이 생겨도 폭발성 혼합물이 결코

접화하지 않는 경우에는 본질적으로 안전하다고 할 수 있는 구조이다.

다. 본질안전인증 회로 요구조건

① 본질안전회로

정상 운전 시나 특별히 지정된 사고가 일어난 조건에서 발생한 스파크나 열에너지가 가연성 가스 및 증기를 점화시킬 능력을 갖은 한계 에너지 이하의 전기 에너지만을 사용하는 회로를 말한다.

② 제한조건

30V, 50 mA 이하를 소모하는 기기여야 한다.

③ 적용기기

Thermocouple, Switch, Flow, Temperature, Pressure Transmitter 등과 같이 간단한 구조의 전기장치가 대부분이다.

3. 원유탱크 내 가스 현황 측정

측정 장비의 투입구는 GAS VENT용 PIPE 사용하였다.

① 원유 분석

- 원유비중 : 두바이유 기준으로 0.87
- 측정온도 : 25도(상온)
- 비축유 품질기준 : 점도 22cSt

② 시험분석결과

- 혼합유 : 56.3cSt (49mPa.s)
- 원유 : 136.8cSt (119mPa.s)

③ 방폭 인증 Spec.확정 : 지하 공동의 가스 성분 분석 결과 방폭 인증 시 받아야 하는 인증의 종류는 IIA T3를 득해야 함.

Ⅲ. 실 험

1. 본질안전취득 목표

① 인증 종류

국내 인증(KCS) 취득

② 인증 시 기준 온도

-20도~+40도

③ 설계 기준

배터리 전원 + 모터 구동 전압 = 320μ J  
소비 전력 : 최대 1W 이내  
초음파 센서 : 200kHz 사용

④ 설계 방안

소비 전력 1W를 만족시키기 위해 모든 부품은 저전력 부품을 사용.  
저전력용을 사용하여도 전체 전력소모가 1W 이내

로 제한하기 위해 각 부분들의 동작을 동시에 수행하지 않고 한 가지 동작씩만 하도록 회로를 설계하였다.

PCB 패턴 간격은 1.5mm 이상 이격되도록 설계하였으며, 모든 회로에 전류제한 소자를 추가하였다.

2. 인증과정

가. PCB 몰딩

최대 1W 전력소모 기준을 만족시키지 못할 경우는 기관 전체를 몰딩하여 기관에서 발생하는 스파크를 원천적으로 차단하여야 한다.

몰딩 시, 회로도면에 기관 전체를 몰딩을 했다는 문구를 회로도면에 삽입하여야 한다. 몰딩 재료를 애폭시를 이용하여 몰딩을 하면 된다. 몰딩 시 그림 2와 같이 기관이 보이지 않도록 완전히 몰딩처리를 해야 한다.

나. 모든 사용 부품의 상세 규격 표시

그림 1과 같이 회로도면 상에 모든 사용 부품의 값뿐만 아니라 허용 오차, 외형크기까지 상세히 표현하여야 한다.

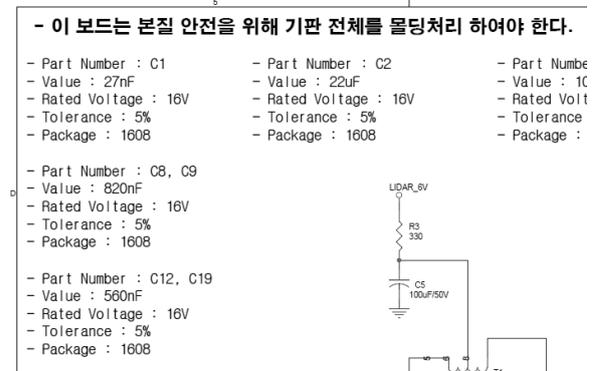


그림 1. 회로 도면의 예  
Fig. 1. Examples of circuit diagram.

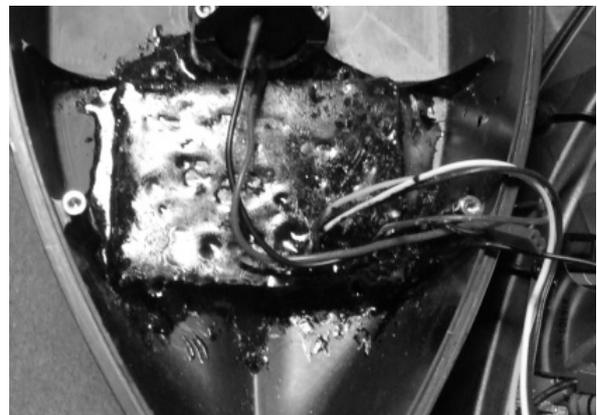
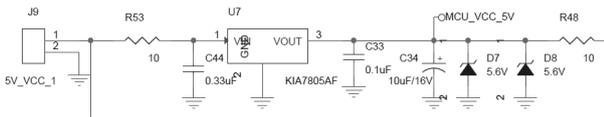


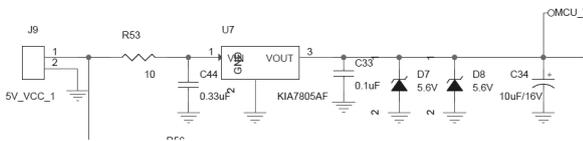
그림 2 PCB 전체 몰딩  
Fig. 2. Whole PCB Molding.

다. 전원부 설계

보통의 전원부에는 레귤레이터IC 출력에 병렬 캐패시터를 다는 것으로 끝나지만 방폭인증을 위해서는 출력단에 전압 안정화를 위해 전류 제한을 위한 제너다이오드달고 그림 3 (b)와 같이 용량이 큰 캐패시터까지도 추가로 달아주어 과전류가 흐르는 것을 막아야 한다.



(a) 방폭 요구 조건 반영 전



(b) 방폭 요구 조건 반영 후

그림 3. 전원부 회로

Fig. 3. Circuit of power supply part.

라. 전원부 캐패시터 용량

전원부에는 리플 방지를 위해 캐피시터의 용량을 100uF 이상의 것을 많이 사용하나 방폭 회로에서는 폭발의 위험성 때문에 10uF 이하로 사용하여야 한다.

마. 외부 장치 연결

그림 4의 디버그용 컨넥터를 사용할 경우, 컨넥터에 꽂는 장치가 0종 장소에 들어가지 않는다고 해도 방폭에 적합하지를 검증받아야 한다. 그림 4와 같이 개발시 디버깅을 위한 용도로만 사용되고 제품 사용 시에는 사용되지 않을 것이라면 회로도 상에 제품 사용 시에는 사용되지 않는 컨넥터라는 것을 표기해 주어야 한다.

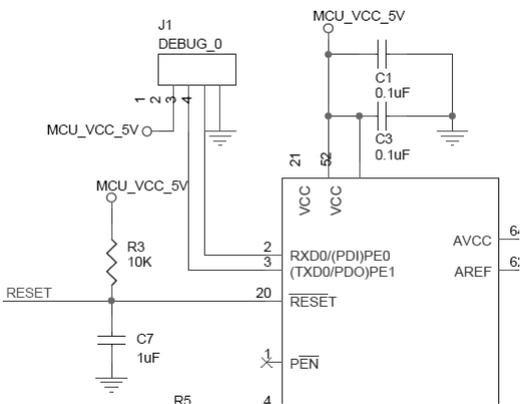


그림 4. 외부 연결 컨넥터  
Fig. 4. External connector.

바. 사용 부품의 성능 평가

방폭 인증용으로 사용되는 모든 부품은 부품의 제조사에서 발행하는 부품에 대한 세부 규격서를 첨부하여 부품의 생산과 성능에 대해 제조사가 보증한다는 증빙이 있어야 한다. 만일 그렇지 않은 경우는 샘플 부품을 10개 가량 준비하여 방폭 인증 과정에서 부품에 대한 별도의 성능 평가를 받아야 한다. 이 때 부품의 성능 평가는 가장 극심한 환경을 가정하여 평가를 받게 된다.

사. 패턴 이격

PCB 기판 상의 부품 뿐 아니라, 패턴 등도 모두 1.5mm 이상 이격되어야 한다. 단, 이격이 필요한 부위는 안전과 관련된 부위 즉, 전원단이나 고전력 소모 부위에 한정된다. 그림 5에서는 두 부위가 1.5mm 이격 조건을 만족하지 않아 아트웍을 수정하여 인증을 받게 되었다.

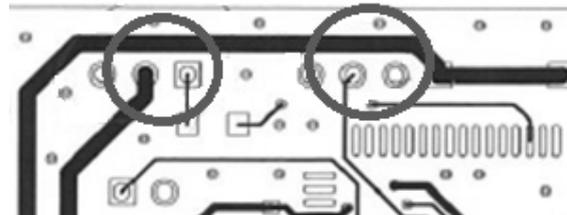


그림 5. pcb 패턴도

Fig. 5. pcb pattern diagram. 배터리 몰딩.

아. 배터리 몰딩

배터리는 배터리팩에 넣을 경우, 공기가 완전히 차단되도록 공기 구멍이 하나도 생기지 않도록 완전히 몰딩하여야 한다. 그림 6은 에폭시로 몰딩하는 과정을 예시한 것이다.

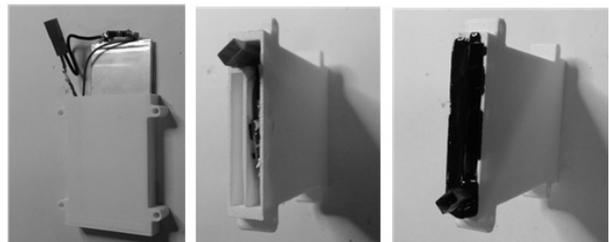


그림 6. 배터리 몰딩 과정

Fig. 6. Battery Molding Process.

IV. 결 론

본질안전인증 취득하는 과정에서 최대 1W 이하의 전력을 사용해야 한다는 전류제한 때문에 회로의 기능

이 제한되어 실제 요구 성능을 구현하기 위해 전류를 최소화시키는 회로 제작 기법에 대해 연구를 하여야 했다.

본질안전인증을 취득하기 위해서는 회로도 상에 모든 부품에 대한 상세 설명이 표기되어야 하며, 전원부 회로에도 과전류 방지를 위한 전류조절 소자가 적용되어야 한다. 특히, 전원부에는 폭발의 위험 때문에 캐패시터의 용량은 필요 최소한이 되어야 하며, 장치에 연결되는 외부장치도 또한 방폭과 관련이 있으므로 방폭 요구조건을 충족해야 한다. 사용되는 모든 부품은 방폭 요구조건을 충족하여야 하므로 제조사의 성능 보증이 있어야 한다.

본 연구의 결과가 향후 본질안전인증 취득을 희망하는 개발자들에게 약간의 도움이 될 수 있기를 바라며, 향후 보다 활발한 0중용 장비 개발이 이루어지기를 바란다.

### 감사의 글

이 논문은 경기지방중소기업청 중소기업기술개발사업(2년)에 의한 연구기금에 의하여 연구되었습니다.

### REFERENCES

- [1] youngkyu choi, Development advanced Zener Barrier based on intrinsically safe explosion proof structure, sinra university, 2006.
- [2] yonykook kim, International Trend of Explosion-Proof Certification, Health and safety, 2002.
- [3] Korea Electrical Appliance Safety Promotion Association, Secure electrical goods, pp. 88~93, 2000.
- [4] youngchul lee, Development of High-safety and super-light weight LED Explosion-proof for extreme environment by none electric shock system, Korea Institute of Industrial Technology, 2016.

---

### 저 자 소 개



오 규 태(정회원)

1997년 서울산업대학교 전자공학과 학사 졸업.

2000년 한국항공대학교 정보통신공학과 석사 졸업.

2004년 한국항공대학교 항공전자공학과 박사 졸업.

<주관심분야: IoT, 위치인식 기술, 영상인식 기술>