

스마트 컨트롤 밸브 개발에 관한 연구

최영규*

A Study on the Development of Smart Control Valve

Young-Gyu Choi*

요약 우리나라는 저출산·고령화가 진행함에 따라 전체 인구의 14%를 웃도는 고령사회에 진입함으로써 1인 세대의 증가라는 사회변화에 직면해 있다. 고령사회에서 1인 세대 증가로 인한 가스화재 사고를 예방할 수 있는 효과적인 방법은 컨트롤 밸브를 설치하여 설정시간이 지나면 강제적으로 가스를 차단하는 방법이다. 본 연구에서는 밸브 핸들을 돌리지 않고 택트 스위치를 눌러 모터를 이용하여 웜기어와 헬리컬 기어로 동력을 전달하여 밸브를 좌우 회전하여 개폐할 수 있게 개발하였고, 컨트롤러와 탈부착이 쉽게 전용 밸브를 개발함으로써 조립 및 검사가 용이하고, 부품 수 및 제품 사이즈를 줄여 원가 절감을 통해 경쟁력을 강화할 수 있도록 개발하였다. 또한 내구성 시험을 통해 12초에 한 번씩 ON/OFF 반복하여 34시간 동안 10,000번을 수행하는 동안 안정적으로 동작 할 수 있도록하여 9년 이상을 사용할 수 있도록 개발하였다. 개발 방법은 Solid works와 Altium Designer 툴을 활용하여 기구 및 PCB 설계를 진행하였고, Firmware 개발은 IAR Embedded Workbench 환경에서 개발하였다.

Abstract As Korea's low fertility and aging progress, Korea is facing a social change such as an increase of one generation by entering an aging society that has raised 14% of the population. An effective way to prevent a gas fire accident caused by an increase in one generation in an aging society is to install a control valve to forcibly shut off the gas after a set time. In this study, we developed a valve that can be opened and closed by rotating the valve left and right by transmitting power to the worm gear and the helical gear by using a motor by pressing the switch. It is easy to assemble and inspect by developing a dedicated valve that is easy to attach and detach. It was developed to enhance competitiveness by reducing cost by reducing the number of parts and product size. In addition, through endurance test, it was developed to be used for more than 9 years by repeating ON / OFF once every 12 seconds so that it can operate stably for 10,000 times for 34 hours. The instrument and PCB were designed using solid works and Altium Designer tools. Firmware development was developed in IAR Embedded Workbench environment.

Key Words : Firmware, PCB(Printed Circuit Board), Solid works, Helical Gears, Worm Gear, Control valve

1. 서론

우리나라는 저출산·고령화가 급속도로 진행함에 따라 2000년 '고령화사회'로 진입한 지 불과 17년 만에 65세 이상 인구가 전체 인구에서 14%를 웃도는 고령사회에 진입함으로써 일본에 비해 7년이 빠

르게 진행되고 있다^[1]. 고령사회로 진입함으로써 고령층에서 1인 세대의 증가라는 사회변화에 직면해 있다. 고령자는 건망증과 유사한 가벼운 인지장애를 겪고 있고 기억력이 떨어지는 증상으로 가스레인지의 위험을 인지하지 못하는 경우가 많아 화재의 위

This Paper was supported by research Fund of Korea National University of Transportation in 2018.

* Department of Computer Engineering, Korea National University of Transportation (ygchoi@ut.ac.kr)

Received October 14, 2019

Revised November 05, 2019

Accepted November 06, 2019

험성을 항상 가지고 있다. 특히 가스레인을 켜 놓은 상태로 잠들거나 외출하는 경우 화재로 이어질 수 있는 경우가 종종 발생하고 있다. 소방청의 주택 화재 통계자료에서 주택화재 발생현황과 인명피해 발생 통계에서 최근 7년간('12~'18년) 원인별 주택화재 발생현황에서 부주의에 의한 화재 사고가 54.2%(그림 1)로 가장 많이 발생하였고, 연령별 주택화재 발생현황은 70세 이상에서 34.3%(그림 2)로 가장 높게 나타났다^[2]. 고령사회에서 1인 세대 증가로 인한 가스화재 사고를 예방할 수 있는 효과적인방법은 컨트롤 밸브를 설치하여 설정시간이 지나면 강제적으로 가스를 차단하는 방법이다.

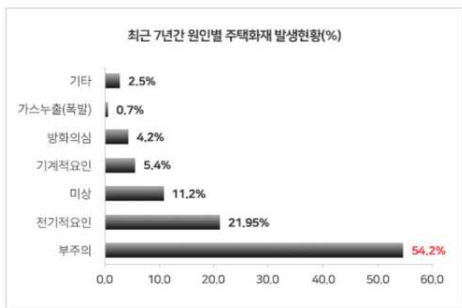


그림 1. 최근 7년간 원인별 주택화재 발생현황
Fig. 1. Housing fires by cause in the last 7 years

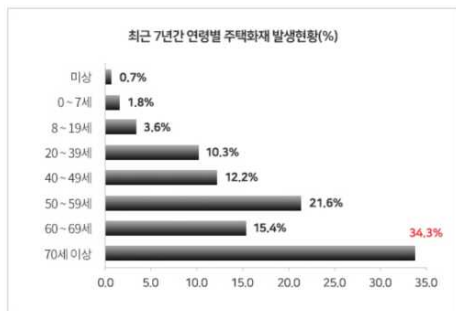


그림 2. 최근 7년간 연령별 주택화재 발생현황
Fig. 2. Housing fires by age in the past 7 years

1.1 연구 동향

전 세계적으로 수동으로 동작하는 저효율 밸브의 수요가 감소하고 사용자의 편리성이 추가된 자동화 방식의 컨트롤 밸브 시장이 지속적으로 성장할 것으로 예상

되고 있다.

특히 가정에서 사용하는 가스는 가격이 저렴하기 때문에 취사와 난방용으로 많이 사용되고 있으나 가스 누출시 폭발 및 화재 위험이 높기 때문에 가스를 사용하지 않는 경우에는 밸브를 반드시 차단해 주어야 한다. 그러나 전 세계적으로 고령사회가 급속도로 진행되면서 가스 사용 부주의로 인한 화재 및 폭발사고가 발생하므로 컨트롤 밸브의 중요성이 대두되고 있다. 그러나 가정에 설치되어 있는 가스 중간 밸브 핸들이 그림3 (a)와 같이 원형 형태로 보급되고 있고, 타이머 설치 시 핸들을 분리할 수 없도록 한 한국가스안전공사 규정 때문에 중간밸브의 핸들에 덮어 고정시키는 방식의 제품 판매되고 있다. 그러므로 가정에 설치되어 있는 중간 밸브는 핸들의 토크 값이 업체별로 다르고 같은 업체라도 조립에 따라 토크 값이 제각각이기 때문에 토크 값이 큰 밸브 핸들에 덮어 설치한 경우에는 모터에 부하가 크게 걸리고 건전지 소모가 높기 때문에 안전상 문제가 발생 할 수 있는 여지가 있다. 또한 국내 컨트롤 밸브를 해외 수출하려면 국가별로 밸브 모양이 그림3 (b)와 같이 다르기 때문에 사용할 수가 없다.

본 연구에서는 해외에서도 설치가 가능한 중간밸브와 타이머가 일체형인 컨트롤 밸브를 개발하여 고령자가 쉽게 사용할 수 있도록 tact 스위치(Tact switch)로 밸브를 열고 닫을 수 있도록 개발한다.



그림 3. 국내와 해외의 중간밸브 형태 비교
Fig. 3. Comparison of domestic and overseas intermediate valve types

2. 본론

2.1 기구설계

2.1.1 헬리컬기어와 웜기어 설계

컨트롤 밸브를 개발하기 위해 헬리컬 기어와 웜기

어는 밸브를 열고 닫기 위한 동력을 전달하는 가장 중요한 부품이다. 밸브에 동력 전달하기 위해 액트 스위치를 눌러 모터 축에 연결된 웜기어를 회전시켜 90도 방향으로 헬리컬 기어에 동력을 전달하기 때문에 좁은 공간에서 감속기 설계가 매우 중요하다. 본 연구에서는 헬리컬 기어 중심축에 밸브 핸들을 연결하여 좌우로 90도 회전할 수 있도록 설계를 하였다. 헬리컬 기어의 잇수는 15.6도에 한 개씩 10개를 배치하여 좌우로 90도 회전할 수 있도록 그림 4와 같이 설계하였다. 그림 4에서 a가 가리키는 부분은 헬리컬 기어가 90도 좌·우 회전시 리미트 스위치(limit switch)를 누르기 위한 캠이다. 그림 5(a)는 사용자 핸들 손잡이를 연결하기 위한 부분과 그림 5(b)는 전용 밸브의 핸들을 연결하여 밸브가 회전하는 중심축의 역할을 할 수 있도록 설계를 하였다.

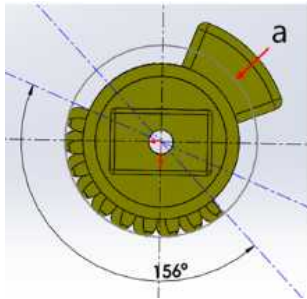


그림 4. 캠이 부착된 헬리컬 기어 설계
Fig. 4. Helical Gear Design with Cam

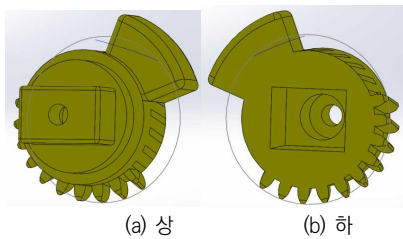


그림 5. 헬리컬 기어 상하 구조
Fig. 5. Helical gears up and down structure

모터로부터 웜기어에 전달되는 동력을 90도로 헬리컬 기어에 전달하기 위해 웜기어 설계는 그림 6 (a)와 같이 나선형곡선 높이 27mm, 피치 3mm, 회전 9 회, 지름 8mm 값 설정하여 그림 6 (b)와 같이 웜기어 설계를 설계하였다.

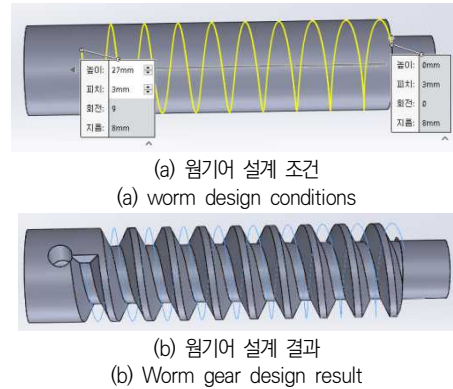


그림 6. 웜기어 설계
Fig. 6 Worm gear Design

2.1.2 기구설계

디자인을 고려한 공간을 최적화하기 위한 방법으로 본체 케이스를 그림 7과 같이 설계를 하였다.

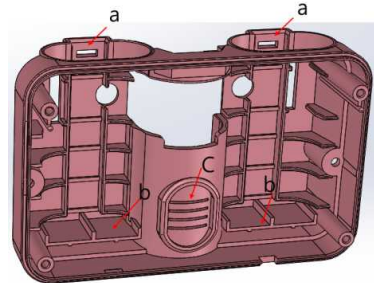


그림 7. 본체 케이스 설계
Fig. 7. Body case design

그림 7의 두개의 a 부분에 그림 8의 건전지(AA 사이즈)를 직렬로 각각 넣을 수 있도록 설계하였다. b 부분은 PCB에 연결된 전원 스프링을 삽입하는 구조이고, c 부분은 스피커를 삽입할 수 있도록 설계를 하였다.



그림 8. 건전지 케이스 설계
Fig. 8. Battery case design

각각 설계된 내부 부품들을 그림 9와 같이 3D 상에서 조립하여 작동 검증을 하였다.

탈부착이 가능하도록 설계된 밸브 구조는 그림 10과 같이 밸브 핸들과 밸브 고정 커버, 본체 연결 날개로 구성되어 있다. 전용 밸브는 모터로부터 동력을 전달받아 90도 좌우 회전을 할 수 있도록 설계를 하였다. 전용 밸브와 컨트롤러(Controller)를 연결하기 위해 그림 9와 10의 U자 형태의 날개를 눌러 쉽게 본체에 삽입하여 고정할 수 있고, 컨트롤러 분리 시에도 날개의 U자 부분을 살짝 눌러 컨트롤러를 당기면 분리가 쉽게 될 수 있어 유지 보수의 편리성을 가질 수 있도록 개발을 하였다.

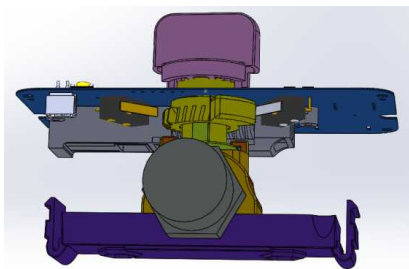
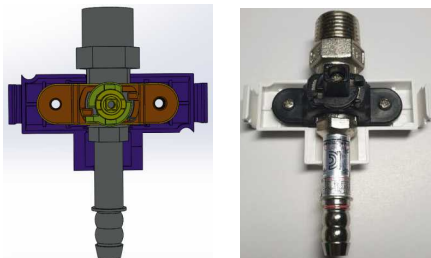


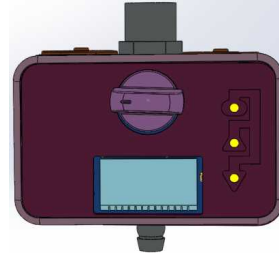
그림 9. PCB가 실장된 내부 기구설계 부품 조립도
Fig.9. Assembly diagram of internal mechanism design parts with PCB



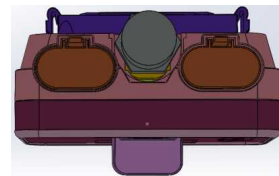
(a) 밸브 기구 설계 (b) 실제 구현 밸브
(a) Valve mechanism design (b) Practical implementation valve

그림 10. 밸브 기구 설계 및 실제 구현 밸브
Fig.10. Valve mechanism design and practical implementation valve

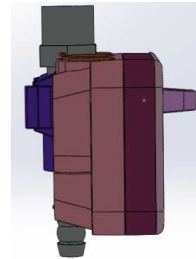
최종적으로 설계가 완성된 제품의 부품 조립도를 그림 11에 정면도부터 단면도까지 최종결과를 나타내었다.



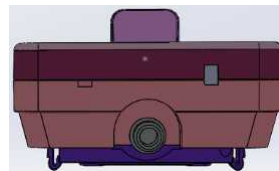
(a) 제품 정면도
(a) product front view



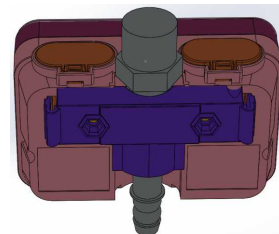
(b) 제품 평면도
(b) product plan view



(c) 제품 좌측면도
(c) left side view of the product



(d) 제품 저면도
(d) product bottom view



(e) 제품 배면도
(e) product back view

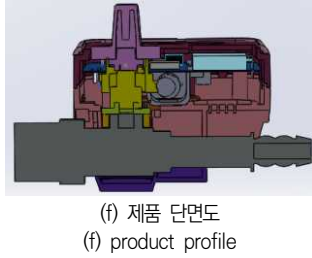


그림 11. 조립 결과
Fig.11. Assembly results

2.2 회로 및 PCB 설계

2.2.1 회로 설계

가스타이머는 그림 12와 같이 S3F8S19 MCU를 사용하여 주변장치들을 제어할 수 있도록 개발을 진행하였다^[3].

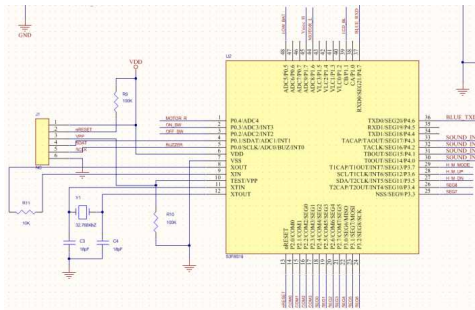


그림 12. S3F8S19 MCU 회로도
Fig. 12. S3F8S19 MCU schematic

가스타이머가 안정적으로 동작할 수 있도록 전류 소비가 적고, ON / OFF 회로를 갖는 특성을 가진 CMOS 고내압 레플레이터 IC인 S-812C 시리즈를 사용하여 DC모터 6V와 MCU 3V 구동전압을 공급할 수 있도록 그림 13과 같이 설계하였다^[4].

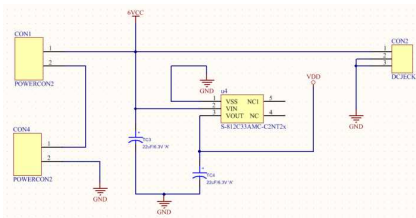


그림 13. 전원 입력 회로도
Fig. 13. Power input circuit diagram

음성회로에 사용된 VLN4P는 단일 칩 음성 합성 CMOS IC로 EPROM 아키텍처가 내장되어 있으며 MaskROM을 지원하도록 설계된 OTP (One Time Programmable) IC이다. 음성 출력은 PWM 출력 하나만 있고 외부 부품이 필요하지 않는 장점을 가지고 있어 그림 14와 같이 회로를 구현하였다^[5].

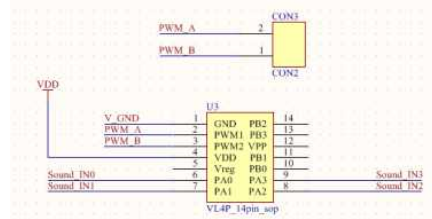


그림 14. 음성 출력 회로도
Fig. 14. Voice output circuit diagram

L9110S DC 모터 드라이버 IC와 고성능 DC 소형기어모터(GB12F-Red)를 사용하여 그림 15와 같이 회로를 설계하여 밸브를 좌우 회전을 할 수 있도록 하였다. 소형기어모터는 DC 4.5V에서 속도는 50rpm, 스톨토크(Stall Torque) 2,500g.m, 전류 37mA 특성을 가지고 있다^[6]. 밸브 On/Off를 하기 위해 소형기어모터 축에 그림 5의 웬을 연결하고 그림 4의 웬기어를 연결하여 ±90도 방향으로 헬리컬 기어를 회전 할 수 있도록 구현하였다.

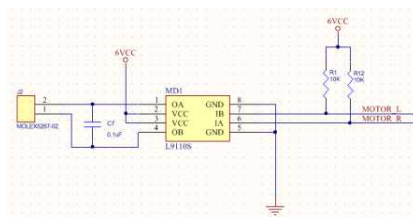


그림 15. DC 모터 구동 회로도
Fig. 15. DC motor drive circuit diagram

그림 16의 두 개의 SW1, SW2 리미트 스위치는 밸브와 연결된 헬리컬 기어가 우회전하여 왼쪽의 SW1 리미트 스위치를 눌러 정지하면 컨트롤러가 ON이 되고, 좌회전하여 오른쪽 SW2 리미트 스위치를 누르면 컨트롤러가 OFF하도록 회로와 기구적으로

연결 할 수 있게 그림 8과 같이 설계를 하였다.

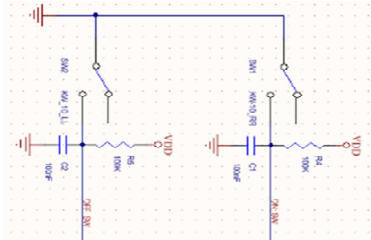


그림 16. 좌우 리미트 스위치 회로도
Fig. 16. left and right limit switch schematic

2.2.2 PCB 설계

PCB 설계는 Altium Designer 툴을 활용하여 그림 17과 같이 2D PCB를 설계를 하였다. 그림 17의 PCB 기판에 1번으로 표기된 원은 15 ϕ 홀로 그림 8과 같이 컬트roller 핸들과 헬리컬 기어, 밸브 핸들이 결합하여 회전체에 대한 동심축의 역할을 하도록 하는 홀이다. 그림 17의 PCB에서 아래 부분의 사각형 패드 4개는 전원을 입력하는 스프링 단자를 연결하는 부분이다.

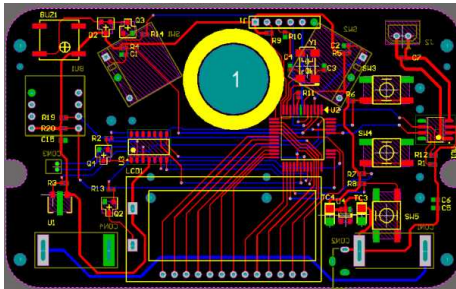


그림 17. 2D PCB 설계
Fig. 17. 2D PCB design

Altium 이용한 PCB 설계시 각 부품에 대한 풋프린트(footprint) 라이브러리 제작 시에 실제 부품 3D 모양을 추가하여 라이브러리로 생성한 것을 활용하여 설계를 하면 2D에서 3D PCB로 그림 전체를 3D로 그림 18과 같이 변환을 한 후에 STEP AP203/214 파일로 변환하여 Solidworks 툴에서 파일을 열어 하나의 PCB 부품으로 그림 19와 같이 하나의 부품으로 생성한다. 그림 11에서 설계한 모

든 3D 부품을 조립하여 동작 시뮬레이션을 진행하면서 제품 개발을 진행하였다.

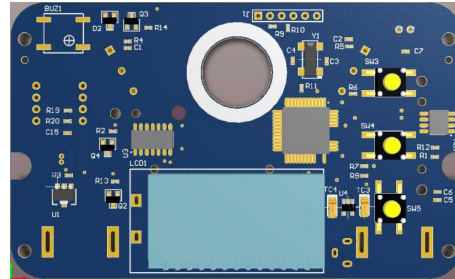


그림 18. 3D 부품과 PCB 설계
Fig. 18. 3D component and PCB design

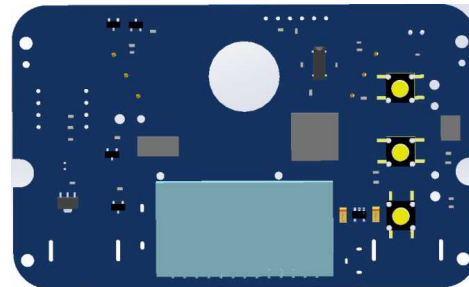


그림 19. Solidworks에서 변환된 PCB 스텝 파일 결과
Fig. 19. PCB step files results converted from Solidworks

2.2.3 Firmware

펌웨어(Firmware)는 SAM8용 IAR 임베디드 워크벤치(Embedded Workbench)를 활용하여 CMOS 마이크로 컨트롤러인 S3F8S19 32KB 풀 플래시(full-flash) ROM이 내장 된 마이크로 컨트롤러를 사용하여 C언어로 펌웨어 개발을 하였다.

사용자의 편리성을 추가하기 위해 사용자가 사용하던 밸브 중간밸브 사용습관처럼 핸들을 눌러 왼쪽방향으로 90도 회전시켜 밸브를 열 수 있는 방법과 탭트 스위치를 눌러 자동으로 밸브가 열리고 닫힐 수 있도록 개발을 하였다. 밸브회전을 위한 모터 구동시 헬리컬 기어의 캠위치는 그림 20과 같이 좌우에 배치된 리미트 스위치를 활용해 표 1과 같이 4가지 경우(00,01,10,11)로 밸브 위치를 검사하도록 펌웨어를 진행 하였다.

표 1. 두개의 리미트 스위치를 이용한 4가지밸브 위치 판단 알고리즘

Table 1. Four valve positioning algorithms using two limit switches

```

if( !Mbit.F_L && !Mbit.F_R ){
    ucState = 1;}
else if( !Mbit.F_L && Mbit.F_R ){
    ucState = 2;}
else if( Mbit.F_L && !Mbit.F_R ){
    ucState = 3;}
else if( Mbit.F_L && Mbit.F_R ){
    ucState = 4;}
    
```

표1에서 왼쪽 리미트 스위치(Mbit.F_L)와 과 오른쪽 리미트 스위치(Mbit.F_R)의 상태 값을 감지하여 첫 번째 ucState=1(00)은 동시에 좌우 두 개의 리미트 스위치를 헬리컬 기어 캠이 누른 경우를 나타내지만 불가능한 상태를 나타내고, 세번째 ucState=3(10)은 그림 20 과 같이 헬리컬 기어 캠이 오른쪽 리미트 스위치를 누른 상태로 밸브가 OFF된 상태를 의미하고, 두 번째 ucState=2(01)는 헬리컬 기어 캠이 그림 20의 왼쪽 리미트 스위치를 눌러 밸브가 열린 ON 상태로 타이머가 구동되는 상태를 나타낸다. 마지막으로 네 번째 ucState=4(11)의 경우는 헬리컬 기어 캠이 좌우 리미트 스위치를 누르지 않은 상태로 중간에 멈추어 있는 경우를 나타낸다.

타이머에 초기 전원 입력시 캠의 위치를 확인하여 ucState=3(10)와 ucState=4(11)인 경우에는 모터를 왼쪽방향으로 돌려 오른쪽 리미트 스위치를 눌러 타이머를 OFF 하고 idle 모드 상태로 대기한다.

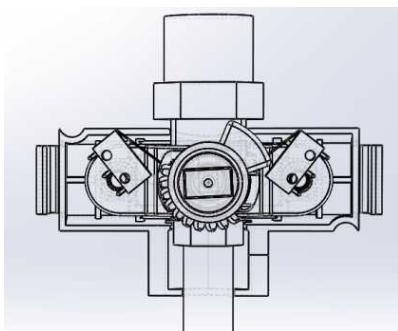


그림 20. 밸브 OFF 상태의 헬리컬 기어 위치
Fig. 20. Worm gear position with valve off

idle 모드 상태에서 ON/OFF 택트 스위치(tact switch)를 눌러 인터럽트 요청(Interrupt Request)을 하면 표 2와 같이 밸브를 열기 위해 모터 구동 함수(motor_r())를 호출하여 왼쪽 리미트 스위치 방향으로 90도 회전하면서 밸브가 열리고 기본시간 30분이 설정되고 다운 카운터가 진행되고 설정 시간이 지나면 모터를 구동하여 캠이 오른쪽으로 90도 회전하여 리미트 스위치를 누르면서 밸브가 차단된다.

표 2. 밸브 좌우 회전 알고리즘

Table 2. Valve left and right rotation algorithm

```

switch(ucState)
{
case 1:
    break;
case 2:
    switch (Mbit.F_STATE )
    {
        case __TURN_OFF:
            motor_l(); ...
        case __TURN_ON:
            motor_r();...
            motor_stop();
    }
case 3:
    switch (Mbit.F_STATE )
    {
        case __TURN_OFF:
            motor_stop(); ...
        case __TURN_ON:
            motor_r();...
            motor_stop();
    }
case 4:
    switch (Mbit.F_STATE )
    {
        case __TURN_OFF:
            motor_l(); ...
        case __TURN_ON:
            motor_r(); ...
    }
}
    
```

리미트 스위치를 누른 상태 값(ucState)이 표 3에서와 같이 왼쪽 리미트 스위치를 누른상태가 되면 Turn_on_proc(); 함수를 호출하여 기본시간 30분이 LCD에 출력되고 다운 카운터가 진행된다. 반대로 오른쪽 리미

트 스위치를 눌렀을 경우에는 Turn_off_proc(); 함수를 호출하여 모든 레지스터 값을 초기화하고 idle 모드 상태가 된다.

표 3. 밸브 ON/OFF 함수
Table 3. Valve ON / OFF function

```

switch (ucState)
{
    case 2:
        Turn_on_proc();
        break;
    case 3:
        Turn_off_proc();
        break;
}
    
```

2.3 제품 실험 및 결과

본 연구에서는 가스타이머 전용으로 개발된 후즈록 밸브를 건전지구동식으로 모터를 구동하여 차단하는 방식으로 개발하였다. 가스타이머를 구성하는 부품들을 Solidworks 툴로 설계한 후 CNC(Computer Numerical Control)로 하나하나 가공하여 그림 21과 같이 조립하여 최종적인 가스타이머를 완성하였다.

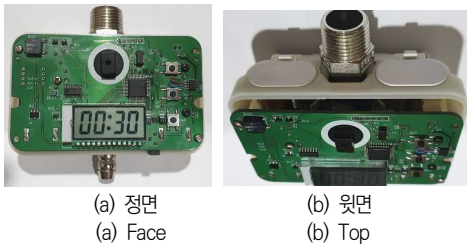


그림 21. 가스타이머 테스트 조립 결과
Fig. 21. Gas timer test assembly result

가스타이머 성능 테스트를 위한 내구성 시험은 분당 5~20회 속도로 10,000회 개폐 반복 조작 후 작동에 이상 유무를 확인할 수 있도록 내구성 검사 장비를 그림 22와 같이 제작하여 진행하였다. 제품의 내구성 실험을 위해 검사장비를 이용하여 12초에 한번씩 밸브를 ON/OFF 반복하여 1일 10시간씩 34시간 동안 진행하여 10,000번을 수행한 결과 기구 및 회로에 문제가 없이 안정적으로 동작함을 확인하였다.



그림 22. 내구성 검사 장비
Fig. 22. Durability inspection equipment

표 4. 개발제품과 타사제품과의 특성 비교
Table 4. Comparison of characteristics between developed and other companies' products

\company Characteristic\	Development products	A company
Blocking method	Motor drive	Motor drive
power	4 AA batteries / DC6V	4 AA batteries / DC6V
Size mm (W×H×D)	104×66×45	67×135×52
\company Characteristic\	B company	C company
Blocking method	Motor drive	Motor drive
power	4 AA batteries / DC6V	4 AA batteries
Size mm (W×H×D)	69×119×46	76×137×92
\company Characteristic\	D company	E company
Blocking method	Motor drive	Motor drive
power	4 AA batteries / DC6V	4 AA batteries / DC6V
Size mm (W×H×D)	75×128×75	74×150×55

또한 개발 제품과 타사 제품과의 특성을 비교하기 위해 인터넷에 판매 사이트에서 제품 홍보 리플릿(leaflet) 내용을 근거로 표 4와 같이 비교 분석한 결과 타사 제품에 비해 크기가 104×66×45로 가장 작고, 주방에 설치했을 때 가장 안정적인 크기로 판단된다.

3. 결론

기존의 컨트롤러 밸브는 휴즈콕 밸브를 열기 위해 핸들을 왼쪽으로 돌려 스프링을 압축함과 동시에 밸브가 열린 상태로 고정된 후 가스 사용 설정시간이 지나면 고정핀을 제거하여 압축 스프링 힘으로 휴즈콕 밸브를 회전시켜 차단하는 방식을 사용하였다. 본 논문에서는 스마트 컨트롤러와 전용 밸브를 쉽게 탈부착이 가능하도록 개발함으로써 조립이 단순하고, 내구성 검사 장비를 이용하여 성능 검사가 용이하고, 밸브 핸들을 돌리지 않고 택트 스위치를 눌러 워기어와 헬리컬 기어로 동력을 전달하여 밸브를 좌우 회전하여 개폐 할 수 있게 개발하였다. 내구성 검증은 자체 개발한 검사장비를 이용하여 12초에 한 번씩 ON/OFF 반복하여 34시간 동안 10,000번을 수행하는 동안 안정적으로 동작함을 확인할 수 있었다. 이 결과는 소비자가 하루 3번씩 사용한다고 가정 할 때 9년 이상을 사용 할 수 있는 결과이다. 스마트 컨트롤 밸브는 모터 구동방식 중에서 유일하게 컨트롤러와 밸브가 일체형으로 안정적인 성능 검사를 진행할 수 있는 장점을 가지고 있다.

앞으로 연구는 고령사회의 가정에서 발생하는 가스를 포함한 안전사고 예방할 수 있는 인공지능 안전 예방 시스템을 연구할 예정이다.

REFERENCES

- [1] <http://www.hankyung.com/news/>“Korea enters aging society next month”, Korean Economic Society, 2017
- [2] <http://www.nfa.go.kr/> “Housing fire statistics” , Fire Department, 2018
- [3] IXYS Company, “S3F8S19/S3F8S15”, S3 Family 8-Bit Microcontrollers, 2013
- [4] SII Semiconductor Corporation, “S-812 C Series 16 V INPUT, 75 mA VOLTAGE REGULATOR”, P. 56, data sheet
- [5] SYNOOS, “VLNxxx_3P Series (OTP for VLN3)”, p.14, 2011
- [6] EleCrow, “Motor control driver chip L9 110”, data sheet

저자약력

최 영 규(Young-Gyu Choi)

[중심회원]



- 1983년 2월 청주대학교 학사
- 1986년 8월 중앙대학교 석사
- 1995년 8월 청주대학교 박사
- 1991년 5월 ~ 현재 : 한국교통대학교 컴퓨터공학전공 교수

〈관심분야〉 IT Convergence System Design