

논문 2006-43SC-2-5

## 휴대용 적외선 야시경을 위한 전자회로설계

( Electronic Circuit Design for Portable Infrared Night Vision Scope )

엄기환\*, 김두환\*\*

( Ki Hwan Eom and Doo Hwan Kim )

## 요약

본 논문에서는 휴대용 적외선 야시경의 소형·경량화 및 저전력을 위한 전자회로부를 설계하였다. 설계한 전자회로부는 전압자동변환부와 전원공급부로 구성한다. 전압자동변환부는 배터리, 스위치부, 승압부, 전압선택부 등으로 구성한다. 전원공급부는 고휘광원 감지회로, 배터리 전압감지회로, 적외선 발광회로, 연결감지회로, 공급제어회로 등으로 구성한다. 설계한 전자회로부의 성능은 AN/PVS-14에 비하여 소모전력 및 상온 연속사용 시간에서 우수하였다.

## Abstract

This paper designed the electronic circuit part of Potable Infrared Night Vision Scope for a small size, light weight, and low power. Designed electronic circuit part is composed of an Auto Voltage Selecting Module, and a Power Supply Module. An Auto Voltage Selecting Module is composed of a switch, a battery, a step up voltage part, and a selecting voltage part. A Power Supply Module is composed of a high luminous sensing part, a battery voltage sensing part, a infrared illumination part, a connection sensing part, and a power control part. And this module controls the power of Image Intensifier Tube. To verify the performance of the designed electronic circuit part, we experimented the consumption power and continuous using time. Experimental results show that the designed electronic circuit part improves considerably on the performance of the AN/PVS-14. performance.

**Keywords :** Portable Infrared Night Vision Scope, Auto Voltage Selecting Module, Power Supply Module, Consumption Power, Continuous using time.

## I. 서론

인간의 눈은 가시광선(대략  $0.4\sim 0.7\mu\text{m}$ )의 빛만을 감지하여 피사체를 볼 수 있으므로, 어두울 때나 야간에는 색 분별 능력을 완전히 상실하고 다만 밝기 차이로 흐릿하게 피사체를 감지할 수 있다. 즉 눈은 주·야간의 다양한 밝기에 따라 자동으로 적응하며 동공 면적을 변화시켜 물체를 식별하게 되어 있는데 작동영역은  $10^0\sim 10^4$  fL(foot-lambert)이다. 야간의 경우 초저조도에서 물체의 명암을 감지하기 위해서는 눈의 잔상시간

(0.2초) 이내에 적어도 100개의 광자가 망막에 도달해야 한다<sup>[1]</sup>. 육안으로는 감지하기 어려운 아주 낮은 조도에서 가시화를 위하여서는 빛 증폭기구인 영상증폭관을 사용하여야 한다. 영상증폭관은 1932년 G.Holst에 의해 최초로 만들어졌다. 적외선(infrared rays)은 가시광선보다 파장이 길며, 파장의 범위는 0.77~1mm로서,  $0.77\sim 3\mu\text{m}$  범위를 근적외선(near infrared),  $3\sim 6\mu\text{m}$  범위를 중적외선(middle infrared),  $6\sim 15\mu\text{m}$  범위를 원적외선(far-infrared),  $15\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$  범위를 극원적외선(extreme infrared)이라 분류한다<sup>[1-2]</sup>. 적외선 야시경은 부족한 광량에 의한 회미한 영상으로부터 광전효과, 전자 증폭 전광효과 등의 원리를 이용하여 밝은 영상으로 전환된 영상을 형성하여 어두울 때에도 용이하게 피사체를 식별할 수 있도록 하는 장치이다. 즉 원하는 피사체를 대물 렌즈계에 의해 영상증폭관에 상

\* 정회원, 동국대학교 전자공학과  
(Department of Electronic Engineering, Dongguk University)

\*\* 정회원, (주)이오시스템  
(EO System Co.)

접수일자: 2005년8월1일, 수정완료일: 2006년3월13일

을 멩히게 하고, 영상증폭관을 통해 그 밝기가 증폭된 영상을 다시 접안 렌즈계를 통해 편안한 가시거리에서 확대된 상을 멩게 하여 관측자나 관측 장비가 이를 관측할 수 있도록 하는 장비이다. 이러한 적외선 야시경은 어두울 때나 야간에 군사용, 생태 관찰 용 또는 경찰 업무용 등의 다양한 용도로 널리 사용되고 있다 [3-4,9]. 그러나 적외선 야시경에서 영상증폭관은 입사광의 수 만 배에 이르는 광자증폭 능력을 가지므로, 대물렌즈계의 각각의 렌즈 표면에서 반사되는 미소한 양의 산란광이나 고스트를 야기하는 반사광 또는 기타 잡광이라도 분해능이나 콘스트라스트에 심각한 영향을 주게 되어 전체 적외선 야시경의 성능이 떨어지게 된다. 야간 관측시 하늘의 배경 산란에 의한 조명광의 스펙트럼 대역은 청색파장에서 근 적외선 영역까지이며 그 발광 세기는 장파장 방향으로 연속하여 증가한다. 3세대 이후의 영상증폭관의 광음극 반응 스펙트럼 대역이 대략 500~900nm 이므로, 대물렌즈계의 색수차 역시 가시광선에서 근적외선 영역까지의 넓은 파장 대역에서 보정되어야 할 필요가 있다 [3-4,9]. 또한 휴대성을 고려한 소형·경량화 및 장시간 사용을 위한 저전력 설계는 필수적이라고 본다 [5-7].

본 논문에서는 적외선 야시경이 어두울 때나 야간에 다양한 용도로 사용될 때 주간화 할 수 있도록 밝은 눈을 제공해 줌으로써 야간 활동능력을 극대화시키며, 소형·경량화 및 저전력을 위한 전자회로부 설계를 제안한다. 제안한 설계방식은 전자회로부에 전압자동변환부와 전원공급부를 두며 아날로그 설계를 한다. 전압자동변환부는 배터리, 스위치부, 승압부, 전압선택부 등으로 구성한다. 배터리는 소형·경량화를 위하여 AA형 소형 건전지 1개(1.5V) 또는 AA형 소형 건전지 2개(3V)를 사용할 수 있게 한다. 전원공급부는 고광원 감지회로, 배터리전압감지회로, 적외선 발광회로, 연결감지회로, 공급제어 회로 등으로 구성하여 영상증폭관의 전원을 제어한다. 제안한 설계 방식의 성능을 실험을 통하여 미국의 초소형 적외선 야시경인 AN/PVS-14와 비교 검토한다.

II. 미광증폭식 적외선 야시경

미광 증폭식 휴대용 적외선 야시경은 그림 2-1과 같이 광학부, 기구부, 전자회로부로 구성된 전자 광학장비로서, 야간에도 미약하게 존재하는 가시광선 및 근적외선을 3세대 영상증폭관(광음극 대역: 400~900nm)을 이

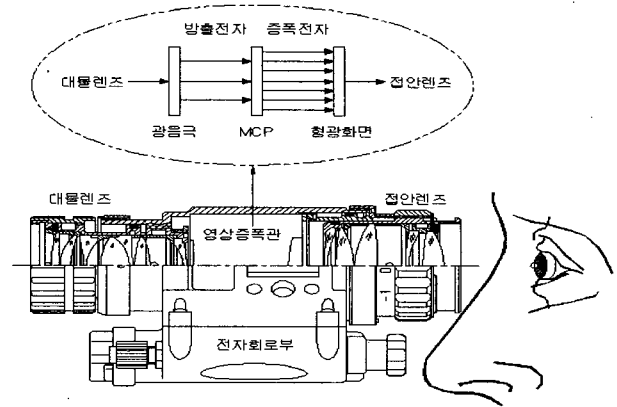


그림 2-1. 휴대용 적외선 야시경의 구성도  
Fig. 2-1. Construction Diagram of Potable Infrared Night Vision Scope.

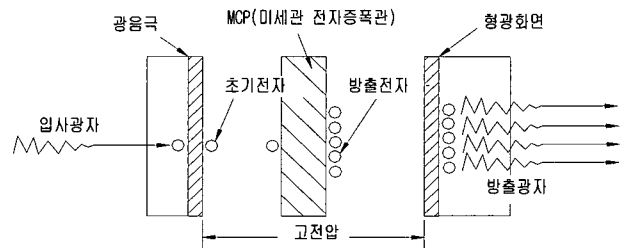


그림 2-2. 영상증폭관의 구성도  
Fig. 2-2. Construction Diagram of Image Intensifier Tube.

용하여 광전자적으로 수만배(30,000~50,000배) 증폭하여 관측한다 [1-2].

광학부는 대물렌즈, 접안렌즈로 구성되며, 영상증폭관의 입사경은 18mm, 스크린면의 곡률은 40mm 이다. 영상증폭관의 구조는 그림 2-2와 같이 광음극판(Photocathode plane)과 MCP(Microchannel Plate, 2세대 이상), 형광화면(Phosphor screen)으로 이루어져 있다. 빛이 광음극판 표면에 입사하면 광음극판 안쪽에서 전자가 방출되고 이 전자는 전원공급기에 의해 고전압이 걸린 축방향으로 MCP를 통과하면서 수천 ~ 수만배의 방출전자를 생성한다. 생성된 전자는 10<sup>-9</sup>초 후 데 형광화면에 도달하여 광자형태로 발광시켜 사람이 볼 수 있도록 한다.

전자회로부는 적외선 조명으로 보내지는 건전지의 상태를 감지하며 영상증폭관과 적외선 조명의 작동을 제어한다.

III. 전자회로부의 설계

전자회로부는 전압 자동변환 공급장치, 전원공급부, 영상증폭관으로 구성되어 있으며 블록선도는 그림 3-1

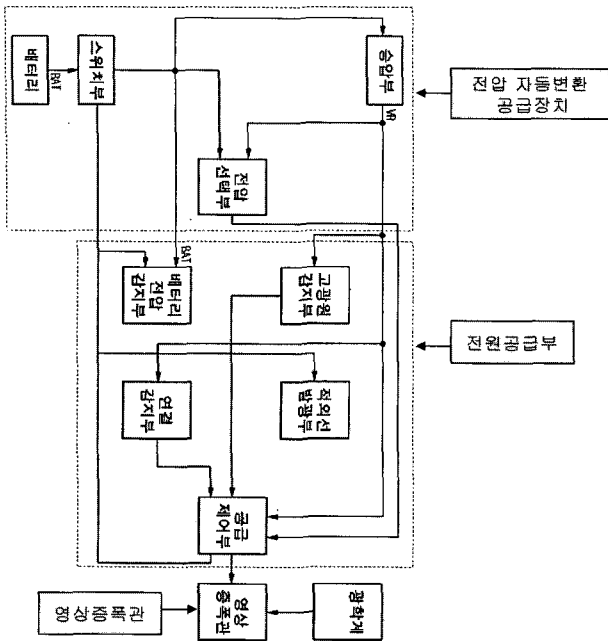


그림 3-1. 전자회로부 블록선도  
Fig. 3-1. Block Diagram of Electronic Circuit Part.

과 같다.

### 3.1 전압 자동변환 공급장치

전압 자동변환 공급장치는 배터리부, 스위치부, 승압부, 전압선택부로 구성되어있다. 본 장치는 서로 다른 전압을 가지는 배터리를 사용하는 경우에도 일정한 전압을 공급함으로써, 배터리의 종류에 상관없이 안정된 전압을 공급하면서 배터리를 효율적으로 사용할 수 있어 사용 시간을 증가시킨다. 적외선 야시경은 주로 휴대용이므로 주로 1.5V 나 3.0V의 배터리를 사용한다. 3.0V를 사용하는 경우, 전압이 3.0V~1.9V의 범위내에서 적외선 야시경이 동작하며, 배터리 전압이 1.9V 이하로 떨어지는 경우에는 동작할 수 없기 때문에 배터리를 교체하여야 한다. 따라서 배터리의 전압이 어느 정도 남아 있음에도 불구하고 배터리를 사용할 수 없게 되어 불필요한 배터리 소비가 증가하게 된다. 1.5V의 배터리 1개만 사용하는 경우 3.0V의 전압으로 변환시킨 후 작동되지만 전류의 소모량이 많아짐으로 인해 적외선 야시경의 배터리의 소비가 증가하게 되며, 이에 따라 장시간 사용이 불가능하게 된다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 장치를 사용하여 AA형 소형 건전지 1개(1.5V) 또는 AA형 소형 건전지2개(3V)를 사용할 수 있도록 한다.

스위치는 3단 2폴 스위치를 사용하며, 폴 1개에는 건전지전압이 입력되고, 다른 하나는 승압된 3V 전압이

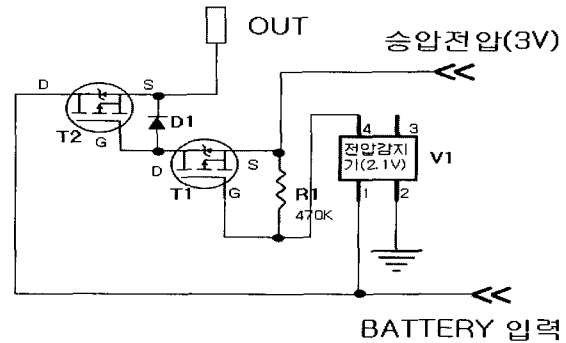


그림 3-2. 전압 선택부 회로도  
Fig. 3-2. Circuit Diagram of Voltage Selecting Part.

입력되며, 1단은 전원OFF, 2단은 전원ON, 3단은 전원 ON 유지 및 적외선 조명 작동을 한다.

승압부는 일반 STEP-UP REGULATOR 인 LM2621을 사용하였으며, 배터리 입력전압을 받아 3V의 일정한 전압으로 출력해준다.

전압선택부회로는 그림 3-2과 같이 전압감지기(V1), 저항, N채널 MOSFET(T1, T2), 역전류 방지용 다이오드(D1)으로 구성한다. 전압감지기는 배터리 입력전압과 기준 전압(2.1V)을 비교하고 비교 결과에 따른 결과 신호를 저항(R1) 양단에 출력한다. 제1 스위칭 소자(T1)은 전압 감지기(V1)의 결과에 따라 승압부로부터 제공되는 승압 전압을 선택 출력한다. 제2 스위칭 소자(T2)는 배터리 전압과 승압전압을 선택 출력하며, 다이오드(D1)은 제1 스위칭 소자와 제2 스위칭 소자 사이에 역전류를 방지한다.

스위칭 소자는 N채널 MOSFET을 사용하였고, 다이오드는(D1)은 LL4148을 사용하였으며, 전압감지기(V1)은 RICOH사의 2.1V, R3112시리즈 소자를 사용하였다.

### 3.2 전원 공급부

전원공급부는 고광원 감지부, 배터리전압 감지부, 적외선 발광부, 연결 감지부, 공급제어부로 구성된다. 고광원 감지부는, 적은 양의 빛을 수만배 증폭하는 영상 증폭관이 과다한 빛에 많은 시간 노출되면 영상증폭관 수명이 줄어들거나 제품에 손상이 갈 수 있다. 이를 방지하기 위하여, 기준치 이하의 조도에서만 야시경이 동작되도록 하여야 하며, 기준치 이상이 되었을 경우에는 전원이 차단되도록 설계한다. 그림 3-3은 고광원 감지부 회로도 이다. 그림에서 센서출력전압이 전압감지기에 입력되고, 저조도 환경일 경우 전압감지기의 4번 출력 전압이 LO(Low)로 되어 공급제어부의 P채널 MOSFET(T)의 Gate 단자에 입력되어, 자동변환된 선

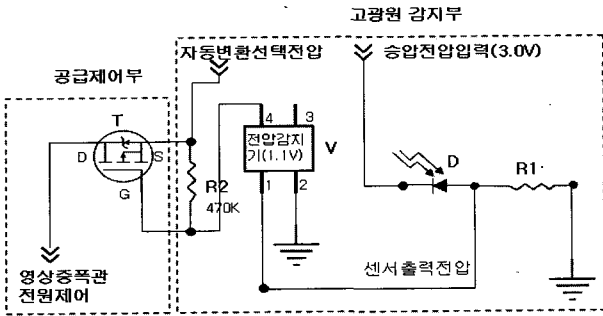


그림 3-3. 고광원 감지부 회로도  
Fig. 3-3. Circuit Diagram of High Luminous Sensing Part.

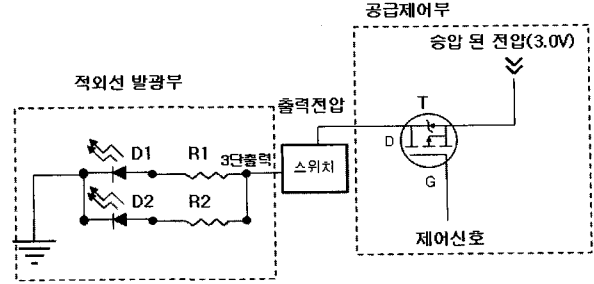


그림 3-5. 적외선 발광부 회로도  
Fig. 3-5. Circuit Diagram of Infrared Illumination Part.

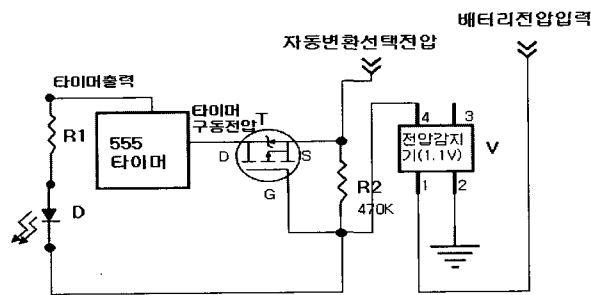


그림 3-4. 배터리 전압 감지부 회로도  
Fig. 3-4. Circuit Diagram of Battery Voltage Sensing Part.

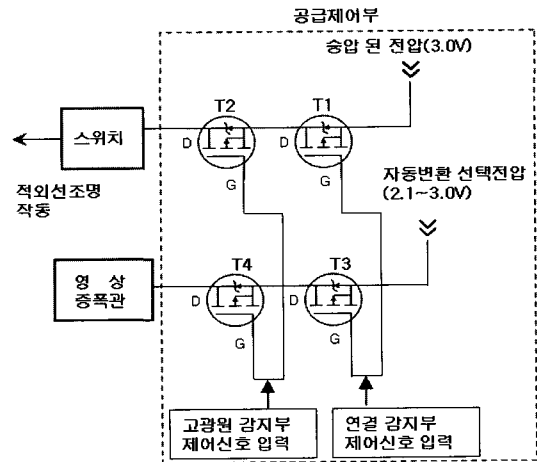


그림 3-6. 공급제어부 회로도  
Fig. 3-6. Circuit Diagram of Power Control Part.

택전압(3.0~2.1V)이 영상증폭관으로 출력된다. 기준보다 밝은 조도 일때 전압감지기의 1번 단자와 T의 Gate 단자가 HI(High)상태가 되어 전류가 차단되어 영상증폭관의 작동을 멈춘다.

배터리전압 감지부는 배터리 교환 시기를 표시함으로써 배터리 교체시기를 알 수 있다. 배터리 전압은 송압기의 성능을 고려해서 1.1V 기준으로 하였다. 그림 3-4는 배터리 전압 감지부 회로이다. 그림에서 배터리 전압이 전압감지기의 1번 단자로 입력되며, 만약 배터리 전압이 1.1V 이하가 되면 전압감지기의 4번 단자, T의 Gate 단자는 LO가 되어 자동변환된 전압(2.1V~3.0V)이 555타이머에 구동전압으로 입력된다. 이 후 555타이머가 작동하여 타이머출력이 다이오드 D에 입력된다. 다이오드의 캐소우드 단자는 LO 상태이기 때문에 다이오드가 점등하게 된다. 타이머는 초당 1회의 점등을 하도록 세팅하였다.

전압이 1.1V 이상일때는 T가 타이머 구동전압을 차단하고, 또한 다이오드 D의 캐소우드 단자는 HI를 유지하기 때문에 다이오드의 동작을 차단한다.

적외선 발광부 회로도도 그림 3-5와 같이, 송압된 전압(3.0V)가 공급제어부를 통해 스위치에 입력되고, 스위치를 3단의 위치에 위치시켰을 때 전압이 D1, D2에

흐르게 된다. D1은 적외선 발광다이오드이고, D2는 적외선 발광을 표시해 주는 등색 LED이다. D2를 눈으로 확인하면 적외선이 발광되는지 알 수 있다.

연결 감지부는 소형 야시경을 마운트에 고정시켜 사용할 때, 장착 후 분리하거나 사용하지 않을 시 자동으로 전원을 차단하는 감지부이다. FLIP FLOP과 NAND 게이트를 이용하여 구성하였다.

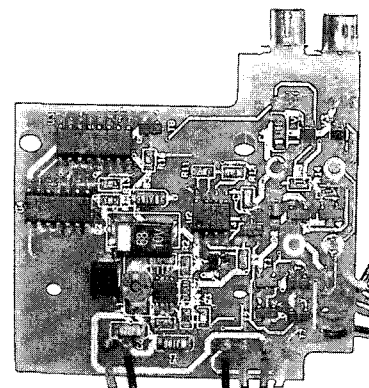


그림 3-7. 제작된 전자회로부 기판 사진  
Fig. 3-7. Photograph of Printed Circuit Board of electronic Circuit Part.

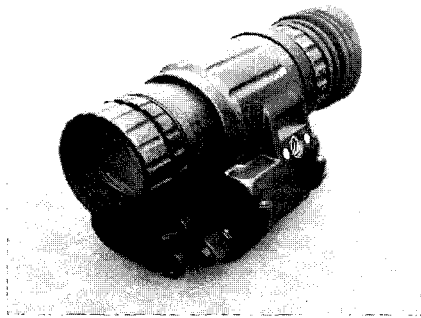


그림 3-8. 제작된 휴대용 적외선 야시경 사진  
Fig. 3-8. Photograph of Portable Infrared Night Vision Scope.

공급 제어부 회로도는 그림 3-6과 같으며, 4개의 P채널 MOSFET으로 되어있다. T1과 T2는 적외선 조명의 동작을 위해 승압된 전압(3V)로 일정하게 유지되어야 하고, T3과 T4는 자동변환 선택전압(2.1~3.0V)의 입력으로 영상증폭관을 구동한다. 입력 제어신호는 고푡원 감지부 신호와 연결감지부 제어신호의 통제를 받아 작동한다.

영상증폭관은 공급제어부에서 입력되는 전압으로 영상증폭관을 작동시킨다. 그림 3-7은 실제로 제작된 전자회로부 기판의 사진이며, 그림 3-8은 제작된 휴대용 적외선 야시경의 사진이다.

#### IV. 성능실험 및 고찰

영상증폭관을 구동하지 않았을 때 전자회로의 전기적 특성은 표 4-1과 같이 적외선 조명을 OFF시켰을 때 1mA이내이고, ON 시에는 8~12mA의 전류가 소모되었다.

표 4-2는 영상증폭관을 구동하였을 때 전기적 특성으로, 입력 전압이 3.0~2.1V의 HI 영역일 경우, 전압 변화에 따른 전류변화는 없는 것을 확인할 수 있고, 2.1V 이하로 감소할수록 전류 사용량이 증가하였다.

연속 사용 시간 성능을 테스트하기 위하여 AA 타입 건전지 1개인 경우와 2개인 경우에 대하여 상온과 저온에서 각각 실험을 하였다. 표 4-3은 AA타입 건전지 1개를 사용했을 때 상온에서의 시간 및 전압 관계이며, 표 4-4는 AA타입 건전지 2개(3.0V) 사용했을 때 이다.

표 4-3에서 AA 타입 건전지 1개를 사용하였을 때 상온에서의 연속 사용 시간은 약 32시간 이다. 표 4-4에서 AA 타입 건전지 2개를 사용하였을 때 상온에서의 연속 사용 시간은 전압이 2.1V까지 전압 자동 변환장치에서 배터리 전압을 직접 출력 시 약 124시간 유지되었

표 4-1. 영상증폭관 미 구동 시 전류소모량  
Table 4-1. Current Consumption not using Image Intensifier Tube.

전 압	전류량(IR-OFF)	전류량(IR-ON)
3.0~2.1(HI)	1mA이내	8~12mA
2.1~1.1(LO)	1mA이내	8~12mA

표 4-2. 시스템 전류소모량  
Table 4-2. Current Consumption using the Image Intensifier Tube.

전압(상태)	전류량(IR-OFF)	전류량(IR-ON)	비 고
3.0~2.1V(HI)	13~17(mA)	21~25(mA)	HI때 전류 변화없음
2.1V(LO)	25~29(mA)	37~41(mA)	LO때 전압 강하에 비례하여 전류량 증가
1.5V(LO)	37~41(mA)	53~57(mA)	
1.3V(LO)	41~49(mA)	61~65(mA)	
1.1V(LO)	43~63(mA)	77~82(mA)	

표 4-3. AA타입 건전지 1개 사용 시 전압 및 사용 시간

Table 4-3. Voltage and Use Time using one battery.

건전지 사용시간 (AA*1)-상온					
LO			LO		
사용시간	전압(V)	상태	사용시간	전압(V)	상태
0	1.506	ON	13	1.184	ON
1.17	1.422	ON	20	1.125	ON
2.58	1.362	ON	26.58	1.061	ON
5.83	1.309	ON	27.08	1.048	저전압
7.75	1.254	ON	30.08	1.010	저전압
12.25	1.205	ON	32.08	-	OFF

표 4-4. AA사이즈 건전지 2개 사용 시 전압 및 사용 시간

Table 4-4. Voltage and Use Time using two battery.

건전지 사용시간(AA*2)-상온					
HI			LO		
사용시간	전압(V)	상태	사용시간	전압(V)	상태
0	3	ON	124	2.10	ON
25.3	2.777	ON	129.3	1.926	ON
68	2.569	ON	131	1.803	ON
96	2.454	ON	132.8	1.255	ON
100	2.428	ON	132.85	1.13	저전압
121.6	2.202	ON	132.88	-	OFF

표 4-5. 전류 소모량에 따른 사용시간  
Table 4-5. Use Time by Current Consumption.

순	영증관 전류소모량	상온연속사용시간
1	29mA	110시간
2	23mA	144시간
3	17mA	165시간

표 4-6. 저온에서의 연속 사용시간  
Table 4-6. Use Time in Low Temperature.

순	영증관 전류소모량	저온연속사용시간
1	23mA	15.5시간
2	17mA	26시간

표 4-7. AN/PVS-14와의 성능 비교  
Table 4-7. Performance Comparison with AN/PVS-14.

구	분	제안한방식	PVS-14	비고
영상증폭관	소모전압(V)	3	3	XX-1865H/VJ01
	소모전류(mA)	23	23	
	소모전력(mW)	51	51	
회로기관 (IR,LED (2EA) 제외)	소모전압(V)	3.0 ~ 1.1	3.0 ~ 2.0	
	소모전류(mA)	1 미만	약 11	
	소모전력(mW)	3 mW미만	33~22	
IR + LED(2EA)	소모전압(V)	3	3~2.0	
	소모전류(mA)	8	18	
	소모전력(mW)	24	54~36	
총 소모전력	IR-OFF(mW)	54	84	
	IR-ON(mW)	78	138	

으며 또한 배터리 전압이 2.1V이하일 경우에도 전압 자동 변환장치에서 승압된 전압(3V) 출력으로 되어 약 9시간 정도 더 작동되어 약 132시간 작동되었다. 또한 영상증폭관의 전류소모량은 같은 모델의 제품이라도 약간의 차이가 있었다. 표 4-5은 영상 증폭관의 상온에서 전류 소모량에 따른 연속 사용 시간이며, 표 4-6은 저온(-32℃)에서의 연속 사용 시간이다.

제안한 방식과 미국의 휴대용 적외선 야시경인 AN/PVS-14와 배터리 전압 3V, 동일한 영상 증폭관을 사용한 경우에서 성능을 비교하면 표 4-7과 같다.

표에서 PVS-14 장비의 전자회로에서는 밝은 빛 감지기, 연결감지부, 저전압감지기의 신호제어용으로 마이크로프로세서인 PIC12C671을 사용하고 있다. 그렇기 때문에 기본 전류소모량 11mA가 더 소모된다. 소모전력은 IR-OFF 시 84(mW)에서 54(mW)로 약 36% 감소

하였으며, IR-ON 시에는 138(mW)에서 78(mW)로 약 43% 감소하였다. 또한 AN/PVS-14는 1.5V 건전지 2개를 사용하여야 하나, 제안한 설계에서는 1.5V 건전지 1개 및 2개를 사용할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 적외선 야시경이 어두울 때나 야간에 다양한 용도로 사용될 때 활동능력을 극대화시키고 소형화·경량화 및 저전력을 위한 전자회로부 설계를 하였다. 설계한 전자회로부는 전압자동변환부와 전원공급부를 두며 아날로그 설계하였다. 전압자동변환부는 배터리부, 스위치부, 승압부, 전압선택부로 구성한다. 전원공급부는 고휘광원 감지회로, 배터리전압감지회로, 적외선 발광회로, 연결감지회로, 공급제어 회로 등으로 구성하며 영상증폭관의 전원을 제어한다. 전압변환회로를 이용하여, 3.0V~1.1V까지의 전압으로 적외선 야시경을 구동할 수 있고, 이로 인하여 1.5V 건전지1개 및 2개를 사용할 수 있다. 또한 전자회로부 중에서 전압자동변환부로 인해 전압자동변환부를 사용하지 않는 경우보다 사용시간은 약 7.3%의 성능향상을 가져왔다. 제안한 설계 방식의 성능을 미국의 휴대용 적외선 야시경인 AN/PVS-14와 실험을 통하여 비교 검토한 결과, IR-OFF 시 제안한 설계 방식은 84(mW)에서 54(mW)로 약 36% 감소하였으며, IR-ON 시에는 138(mW)에서 78(mW)로 약 43% 감소하였다.

#### 참 고 문 헌

- [1] Warren J. Smith, Modern Optical Engineering, McGRAW-HILL INTERNATIONAL EDITIONS, 2001.
- [2] Illes P. Csorba, Image Tubes, Prentice Hall, 1985
- [3] Department of Defence, "Interface standard requirements for the control of electromagnetic interface characteristics of subsystem and equipment ", MIL-STD-461E, pp.506-521, 1999.
- [4] Thomas L. Floyd, Electronic Devices, Prentice-Hall, 1999.
- [5] Department of Defence, "Test method standard for environmental engineering considerations and laboratory tests ", MIL-STD-810E, pp.501-523, 1989.
- [6] Adel S. Sedra and Kenneth C. Smith, Microelectronic Circuits, OXFORD, 2004.
- [7] Robert T. Paynter, Electronic Devices and

Circuits, Prentice Hall, 2000.

[8] Thomas L. Floyd, Electronic Devices, Prentice-Hall, 1999.

[9] 국방품질관리소, "단안형 야간 투시경 기술시험평가 결과보고서", pp.10-11, pp.80-115, 2004.

저 자 소 개



엄 기 환(정회원)  
1972년 동국대학교  
전자공학과 학사 졸업  
1986년 동국대학교  
전자공학과 박사 졸업  
1989년~1990년 Toho Univ. Post  
Doc.

2000년~2001년 Univ. of Canterbury Visiting  
Professor.

1994년~현재 동국대학교 전자공학과 교수  
<주관심 분야 : 시스템 응용, 홈 네트워크>



김 두 환(정회원)  
2001년 동국대학교  
전자공학과 공학사  
2004년 동국대학교  
전자.전기 공학석사  
2001년~2005년 (주)이오시스템  
주임연구원

2006년~현재 (주)레이닉스 선임연구원  
<주관심분야: 고속 및 고전압 레이저 발전  
analog제어, 시스템 응용>