

짜릿짜릿
전자부품 백과사전
3
Encyclopedia of
Electronic Components
Volume 3



Encyclopedia of Electronic Components Volume 3

by Charles Platt

© 2024 Insight Press

Authorized Korean translation of the English edition of *Encyclopedia of Electronic Components Volume 3*,

ISBN 9781449334314 © 2016 Helpful Corporation

This translation is published and sold by permission of O'Reilly Media, Inc., which owns or controls all rights to publish and sell the same.

이 책의 한국어판 저작권은 에이전시 원을 통해 저작권자와의 독점 계약으로 (주)도서출판인사이트에 있습니다. 저작권법에 의해 한국 내에서 보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.

짜릿짜릿 전자부품 백과사전 3: 방대하고, 간편하며, 신뢰할 수 있는 전자부품 안내서

전자책 1쇄 발행 2024년 5월 8일 지은이 찰스 플랫, 프레드릭 안슨 옮긴이 배지은, 이하영 펴낸이 한기성 펴낸곳 (주)도서출판인사이트 편집 신승준 등록번호 제2002-000049호 등록일자 2002년 2월 19일 주소 서울특별시 마포구 연남로5길 19-5 전화 02-322-5143 팩스 02-3143-5579 블로그 <https://blog.insightbook.co.kr> 이메일 insight@insightbook.co.kr ISBN 978-89-6626-446-9



찰스 플랫·프레드릭 안슨 지음
배지은·이하영 옮김

짜릿짜릿 전자부품 백과사전

3

이^이이

차례

옮긴이의 글	xii
이 책의 사용법	1
구성	2
각 권의 내용	3
방법	4
감사의 말	9
1장 GPS	11
역할	11
작동 원리	12
다양한 유형	12
부품값	13
사용법	14
주의 사항	15
2장 지자계	17
역할	17
작동 원리	18
다양한 유형	21
사용법	21
주의 사항	22

3장	물체 감지 센서	23
	역할	24
	다양한 유형	24
	광 검출 센서	25
	자기 센서: 리드 스위치	29
	자기 센서: 홀 효과 센서	31
	부품값	34
	물체 감지 센서의 구성	34
	센서 비교하기	35
	주의 사항	36
4장	수동형 적외선 센서	39
	역할	39
	작동 원리	40
	다양한 유형	44
	주의 사항	45
5장	근접 센서	47
	역할	47
	다양한 유형	48
	초음파 장치의 예	49
	적외선 장치의 예	50
	정전 용량형 변위 센서	53
	광 및 초음파 근접 센서의 주의 사항	55
6장	선형 위치 센서	57
	역할	57
	작동 원리	58
	주의 사항	62

7장 회전 위치 센서 63

역할	63
포텐서미터	64
사용법	72
주의 사항	72

8장 기울기 센서 75

역할	75
작동 원리	76
다양한 유형	78
기울기 센서	79
부품값	81
사용법	81
주의 사항	82

9장 자이로스코프 83

역할	83
작동 원리	84
다양한 유형	86
부품값	87
사용법	87
주의 사항	87

10장 가속도계 89

역할	89
작동 원리	90
다양한 유형	92
부품값	94
주의 사항	94

11장 진동 센서	95
역할	95
다양한 유형	96
부품값	98
사용법	99
주의 사항	100
12장 힘 센서	101
역할	101
작동 원리	102
사용법	107
부품값	108
주의 사항	109
13장 싱글 터치 센서	111
역할	111
작동 원리	112
사용법	113
주의 사항	115
14장 터치 스크린	117
역할	117
다양한 유형	117
부품으로 사용할 수 있는 스크린	119
15장 수위 측정 센서	121
역할	121
작동 원리	122
주의 사항	126

16장 유량계	127
역할	127
다양한 유형	127
주의 사항	131
17장 기체/액체 압력 센서	133
역할	133
작동 원리	134
다양한 유형	136
주의 사항	138
18장 기체 농도 센서	139
역할	139
반도체 기체 센서	140
산소 센서	141
습도 센서	142
주의 사항	145
19장 기체 유속 센서	147
역할	147
작동 원리	148
주의 사항	151
20장 포토레지스터	153
역할	153
작동 원리	154
다양한 유형	154
부품값	155
사용법	156
주의 사항	157

21장 포토다이오드 159

역할	159
작동 원리	159
다양한 유형	160
부품값	162
사용법	163
주의 사항	164

22장 포토트랜지스터 165

역할	165
작동 원리	166
다양한 유형	166
부품값	167
사용법	169
주의 사항	170

23장 NTC 서미스터 171

역할	171
NTC 서미스터의 작동 원리	172
서미스터의 부품값	176
주의 사항	178
첨부: 온도 센서 비교	178

24장 PTC 서미스터 181

역할	181
PTC 개요	182
온도 측정용 실리스터	182
비선형 PTC 서미스터	184
주의 사항	187

25장 열전대	189
역할	189
작동 원리	191
사용법	193
열전대열	195
주의 사항	196
26장 RTD	197
역할	197
작동 원리	198
다양한 유형	199
주의 사항	200
27장 반도체 온도 센서	203
역할	203
작동 원리	205
다양한 유형	207
주의 사항	212
28장 적외선 온도 센서	215
역할	215
작동 원리	216
다양한 유형	217
부품값	220
주의 사항	220
29장 마이크로폰	223
역할	223
작동 원리	224
부품값	226
주의 사항	229

30장 전류 센서 **231**

역할	231
전류계	231
직렬 저항	233
홀 효과 전류 감지	235
주의 사항	235

31장 전압 센서 **237**

역할	237
전압계	237
작동 원리	239
주의 사항	240

부록A 센서 출력 **241**

1. 아날로그: 전압	242
2. 아날로그: 저항	244
3. 아날로그: 개방 컬렉터	244
4. 아날로그: 전류	245
5. 이진 출력: HIGH/LOW	246
6. 이진 출력: PWM	246
7. 이진 출력: 주파수	246
8. 디지털: I2C	247
9. 디지털: SPI	247

부록B 용어 사전 **249**

찾아보기	253
------	-----

옮긴이의 글

《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》이 복간되어 다시 독자 앞에 선보이게 되어 무척 기쁩니다. 번역할 때 공을 많이 들였고 책이 가진 의미도 좋아서 개인적으로 애착이 많이 가던 책이라 절판 소식이 못내 아쉬웠는데, 이번에 새롭게 단장한 모습으로 출간된다니 역자로서 설레는 마음을 누를 수 없습니다. 새로운 《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》은 기존의 소소한 오역을 바로잡고, 새로 정리된 용어를 반영하고 문장을 정리하여 조금 더 현대적인 모습을 갖추었습니다. 이를 위해 애써 주신 인사이트 편집부에 감사 드립니다.

서문에서 저자도 말했듯이, 인터넷에 온갖 정보가 넘치는 이 시대에도 신뢰할 수 있는 정보를 집약적으로 담은 책의 존재 가치는 결코 사라지지 않는 것 같습니다. 특히 동영상 자료의 경우 이해하기 쉽다는 장점은 분명히 있지만, 막상 나에게 꼭 필요한 정보를 찾기는 생각처럼 쉽지 않습니다. 게다가 글자로 확 읽으면 그만일 내용을 말로 설명하려면 쓸데없이 길어지게 마련이어서 동영상 자료는 오히려 시간이 더 걸리기도 합니다. 어렵게 찾은 자료가 과연 정확한 내용인지는 또 다른 문제입니다. 그에 비해 책은 옆에 두고 언제든 펼쳐볼 수 있고 앞뒤로 뒤적거리며 내게 꼭 필요한 정보를 정

확히 찾아 확인할 수 있다는 고유의 장점이 있습니다. 다양한 미디어가 등장해 책을 소홀히 하는 이 시대에도 책만이 해줄 수 있는 역할이 있다는 점에서, 이번 《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》의 재출간은 뜻깊은 일임에 틀림없습니다.

각자의 취향이 존중되고 다양성이 늘어나는 오늘날은 특히 메이커 정신이 빛나는 시대입니다. 개인의 만족과 취미로 시작했던 제품들이 주목을 받으며 산업으로 이어지는 사례도 심심치 않게 볼 수 있습니다. 그런 흐름에 발맞추어 3D 프린터나 아두이노 같은 도구도 비약적으로 발전해 이제 개인의 창의성을 가로막는 문턱은 한층 더 낮아졌습니다. 그러나 대단한 것을 만들겠다는 거창한 무언가가 없어도, 그냥 만드는 행위 자체도 즐거운 일입니다. 예전 책 서문에도 썼지만, “무언가를 만든다는 것은 인간의 원초적인 본능을 만족시키는 동시에 사람을 건강하게 만드는 행위”라고 생각합니다.

이제 반짝이는 아이디어로 스스로 필요한 것을 만들고, 그 과정에서 세상을 이롭게 하는, 즐거움과 성취를 추구하는 메이커들 곁에 이 책이 오래 오래 든든한 참고서적으로 자리 잡길 진심으로 바랍니다.

이 책의 사용법

《짜릿자릿 전자부품 백과사전》 시리즈의 3권이자 마지막 권인 이 책은 오롯이 센서만을 다룬다.

1980년대 이후로 두 가지 요인이 센서 분야의 판도를 크게 바꾸었다. 먼저 자동차에서 미끄럼 방지 장치, 에어백, 배출 가스 제어 장치 등을 사용하면서 저렴한 자동차 전장용 센서의 개발을 촉발했다. 개발된 수많은 센서는 MEMS microelectromechanical system(미세전자기계 시스템) 장치로 사용하기 위해 실리콘으로 제작되었다.

다음으로 2007년, MEMS 센서를 아이폰에 내장하면서 시작되었다. 최신 휴대전화는 서로 다른 유형의 센서를 10개 정도 내장하고 있는데, 크기와 가격도 20년 전에는 상상할 수 없을 정도로 줄어들었다.

현재의 대다수 MEMS 센서는 전압 조정기나 논리 칩과 같은 반도체 부품과 맞먹을 정도로 저렴하며, 마이크로컨트롤러와 함께 사용하기도 쉽다. 본 백과사전은 상당한 분량을 센서 제품을 소개하는 데 할당한다. 그 과정에서 선택된 제품들이 적어도 향후 10년 동안은 꾸준히 사용되고 판매되기를 희망한다.

그 외에 내구성이 증명된 구형 제품들도 소개한다.

목적

3권의 많은 정보는 데이터시트, 개론서, 인터넷 사이트, 제조사가 발간한 기술 요약서 등에 흩어져 있는 내용들이다. 하지만 이 책은 다른 곳에서는 쉽게 찾을 수 없는 내용을 포함하고 관련 데이터를 한곳에 모아 적절히 구성하고 검증했기에, 오랫동안 소장하면서 참고하길 원하는 독자의 요구에 부응하리라 기대한다.

3권에서는 혼란스러운 분야의 부품들을 범주화하고 분류하기 때문에 이 책이 특별히 유용할 것이다. 예를 들어, 물체 감지 센서object presence sensor와 근접 센서proximity sensor는 차이가 있을까 없을까? 있다고 생각하는 제조사도 있고, 아닌 제조사도 있다. 센서를 구분하고 기본 원리를 이해하는 일은 어떤 센서를 사용할지 결정하는 데 중요하다.

센서 관련 용어 역시 혼동될 수 있다. 다른 예를 들어 보자. 반사식 인터럽터reflective interrupter와 반사식 물체 감지 센서reflective object sensor, 반사식 광센서reflective optical sensor, 반사식 포토인터럽터reflective photointerrupter, 옵트패스 센서opt-pass sensor 간의 차이점은 무엇일까? 이 용어들은 데이터시트에서 모두 역반사 센서retroreflective sensor를 설명

할 때 사용한다. 날로 확장되는 다양한 용어를 이해하는 일은 제품 목록에서 단순히 원하는 부품을 찾는 경우라도 꼭 필요하다.

구성

1권과 2권처럼, 3권도 주제별로 구성되어 있다. 예를 들어, 온도를 측정한다면 서로 이어져 있는 서미스터thermistor와 열전대thermocouple 장을 찾아 보면 된다. 두 장은 모두 열 감지에 관한 내용을 다룬다. 이 구성 방식은 부품 간의 성능을 비교하고 원하는 응용 방식에 가장 적합한 부품을 선택하는 데 도움이 될 것이다.

각 센서를 찾아가는 주제 경로는 각 장의 첫 페이지 상단에 표시했다. 예를 들어 기체 유속gas flow rate을 찾으려면, 다음 경로를 따라가면 된다.

유체 > 기체 > 기체 유속

‘유체fluid’라는 단어는 바르게 사용할 경우 액체뿐 아니라 기체도 포함한다는 사실에 주의하자.

예외 및 상충되는 사항

안타깝지만 쉽게 분류하기 어려운 센서도 있다. 분류와 관련해 다음과 같은 네 가지 문제점이 발생한다.

1. 센서가 실제로 감지하는 대상이 무엇인가?

GPS 칩은 무선 수신기로, 인공위성에서 전송되는 신호를 포착한다. 그렇다고 해서 GPS를 전파 센서로 분류해야 하는가? 그렇지 않다. GPS의 목적은 위치를 알려 주는 일이다. 따라서 위치 센서로 분

류해야 한다. 이는 “센서는 주된 목적에 따라 분류해야 한다”라는 첫 번째 일반 원칙으로 귀결된다. 부차적인 목적은 인덱스에서 찾아도 된다.

2. 센서 내부에는 얼마나 많은 센서가 있는가?

여러 표면 장착형 칩이 하나 이상의 감지 기능을 수행한다. 예를 들어 관성 측정 장치inertial measurement unit(IMU)는 자이로스코프 3개, 가속도계 3개를 내장할 수 있으며, 심지어 지자계도 3개 포함할 수 있다. 이런 부품은 어떻게 분류해야 하는가?

본 백과사전에서는 IMU가 한 가지 이상의 기능을 수행하기 때문에 여러 장에서 이 부품에 대해 언급할 예정이다. 하지만 본 백과사전의 각 장은 하나의 주요 감지 기능만을 다루므로, IMU를 별도의 장으로 분리하지는 않는다.

멀티센서 칩의 이름은 인덱스에 수록했다.

3. 하나의 센서로 몇 개의 자극을 감지할 수 있는가?

단일 감지 소자는 여러 유형의 센서에서 사용할 수 있다. 가장 대표적인 예가 홀 효과Hall-effect 센서인데, 이 센서는 지자계magnetometer, 물체 감지 센서, 속도 센서, 전류 센서 등 여러 센서에서 사용한다. 현대의 자동차에서도 홀 효과 센서는 점화 시스템부터 트렁크 잠금 장치에 이르기까지 쓰이지 않는 곳이 없을 정도다. 회전 플래터rotating platter가 있는 하드 드라이브를 사용한다면, 회전 속도를 모니터링하는 데 홀 효과 센서를 사용할 수 있다. 범용 컴퓨터 키보드를 사용한다면, 키 눌림도 홀 효과 센서로 감지할 수 있다.

이를 염두에 둔다면 홀 효과 센서는 어떻게 분류할 수 있을까? 그리고 사용법을 알고 싶다면 어

디를 찾아보아야 할까?

이런 의문을 가질 독자를 위해 동일한 감지 소자가 서로 다른 장의 부품에 사용되는 경우, 교차 참조할 수 있도록 각 장의 시작 부분에 해당 감지 소자를 상세히 설명한 장을 따로 표시해 두었다.

이 위치는 관련성을 기준으로 선택했다. 따라서, 홀 효과 센서는 주된 기능이 물체 감지이기 때문에 이에 대한 자세한 설명은 물체 감지object presence 센서 장에 수록했다. 홀 효과 센서가 자기장을 감지해 작동하기는 하지만, 자기장 감지가 홀 효과 센서의 가장 일반적인 응용 방식은 아니다.

4. 센서가 너무 많다

위키피디아는 일반적인 유형의 센서만 100개 이상 수록하고 있는데, 아마 그 목록도 완벽하지 않을 것이다. 그래서 선택이 필요했다. 임의로 선택한 것처럼 보이는 센서도 있겠지만, 모든 선택은 실용성을 기준으로 했다.

어떤 센서를 포함하고, 어떤 센서를 제외할지 결정하는 세 가지 원칙이 있다.

1. 부품으로 사용하는가? 이 책에서는 센서가 내장된 패키지 제품보다는 보드에 탑재할 수 있는 부품에 조금 더 주목했다. 예를 들어, 열전대는 관 모양의 강철 탐침에 둘러싸여 있고, 전선은 온도를 표시하는 특수하게 고안된 계측기와 연결하는 경우가 대부분이다. 탐침 사진을 수록하기는 하지만, 이 책의 주된 관심사는 탐침 내부에 있는 열전대의 전선이다.
2. 가격이 얼마인가? 공장에서 컨베이어 벨트를 지나가는 물건을 점검하는 산업 초음파 센서는

모듈 내부에 밀폐되어 있으며, 방수 처리된 이 모듈의 그로밋grommet은 차폐된 케이블 주위를 둘러싸고 있다. 여기까지는 모든 게 아주 훌륭하지만, 가격은 그다지 저렴하지 않다. 이 책을 집필하는 과정에서 나는 이 금액의 1/10 정도 가격으로, 기관에 탑재할 수 있는 부품에 더 많은 관심을 기울였다.

3. 얼마나 많은 이들이 사용하려고 하는가? 센서의 각 유형별로 부품 판매자 사이트에서 재고를 확인했다. 센서가 목록에 없거나 몇 가지 유형만 재고가 있는 경우, 그 정도의 한정된 수요로는 이 책에 실을 수 없다고 판단했다. 예를 들어, 페라리스Ferraris의 가속 센서는 회전하는 모터 축의 진동을 측정하는 방식으로 축의 맴돌이 전류 eddy current에 반응하지만, 이 센서가 사람들의 쇼핑 목록에 오를 일은 거의 없어 보인다.

각 권의 내용

이 책의 구성과 부품 수록 여부의 결정에 대해서는 앞에서 이미 설명했기 때문에 여기서는 본 백과사전 세 권의 내용을 간단히 요약하고 넘어가겠다.

1권

전력, 전자기 부품, 개별 반도체 소자
전력에서는 전원, 전원의 분배, 저장, 전력 차단, 변환 등의 내용을 다룬다. 전자기 부품에서는 전력을 선형적으로 처리하는 부품과 회전력을 만들어 내는 부품을 다룬다. 개별 반도체 소자discrete semiconductor에서는 다이오드와 트랜지스터의 주요 유형을 다룬다. 1권의 부품 목록은 [그림 P-1]에서 확인할 수 있다.

2권

사이리스터(SCR, 다이액, 트라이액), 집적회로, 광원, 인디케이터, 디스플레이, 음원
 집적회로integrated circuit는 아날로그와 디지털 부품으로 나뉜다. 광원, 인디케이터, 디스플레이는 반사형 디스플레이reflective display, 단일 광원, 발광 디스플레이로 나뉜다. 음원은 소리를 생성하는 음원과 재생하는 음원으로 나뉜다. 2권의 부품 목록은 [그림 P-2]에서 확인할 수 있다.

3권

감지 장치
 감지 장치의 가장 일반적인 유형인 위치, 물체, 거리, 방위, 진동, 힘, 부하, 인간 입력, 액체의 성질, 기체 유형과 농도, 압력, 유량, 열, 소리, 전기 등의 감지를 모두 포함한다. 3권의 부품 목록은 [그림 P-3]에서 확인할 수 있다.

방법

참고 자료 vs. 교재

제목이 암시하듯 이 책은 교재가 아닌 참고 서적이다. 다시 말하면 기초 지식에서 출발해 점차 복잡한 개념으로 발전해 나가는 형식을 따르지 않는다. 참고 서적을 읽을 때는 자신에게 흥미로운 주제를 찾아 아무 본문이나 펼쳐 읽고 원하는 내용을 습득한 다음 책을 내려놓으면 된다. 책을 처음부터 끝까지 독과하려는 이들은 반복되는 내용이 많다는 사실을 알게 될 것이다. 각 장은 다른 장을 가급적 참고하지 않고, 장 그 자체로 충분한 설명

일차 분류	이차 분류	부품 형태
전력	전원	배터리
		점퍼
	연결	퓨즈
		푸시 버튼
		스위치
		로터리 스위치
		로터리 인코더
		릴레이
	완화 장치	저항
		포텐서미터
		커패시터
		가변 커패시터
		인덕터
	변환	AC-AC 변압기
		AC-DC 전원 공급기
		DC-DC 컨버터
		DC-AC 인버터
	조정	전압 조정기
전자기 부품	선형 출력	전자석
		솔레노이드
	회전 출력	DC 모터
		AC 모터
		서보 모터
스텝 모터		
개별 반도체 소자	단일 접합	다이오드
		단접합 트랜지스터
	다중 접합	양극성 트랜지스터
		전계 효과 트랜지스터

그림 P-1 본 백과사전 1권에서 사용한 주제 중심 구조 분류 및 장 구분

을 제공하기 때문이다.

일차 분류	이차 분류	부품 형태
개별 반도체 소자	사이리스터	SCR
		다이액
		트라이액
집적회로	아날로그	무접점 릴레이
		음토 커플러
		비교기
		op 앰프
		디지털 포텐서미터
		타이머
		논리 게이트
	디지털	플립플롭
		시프트 레지스터
		카운터
		인코더
		디코더
		멀티플렉서
		반사형
단일 광원	백열등	
	네온전구	
	형광등	
	레이저	
	LED 인디케이터	
	LED 조명	
	다중 광원 또는 패널	LED 디스플레이
진공 형광 조명		
전기장 발광		
음원	경고음 발생 장치	트랜스듀서
		오디오 인디케이터
	재생 장치	헤드폰
		스피커

그림 P-2 2권에서 사용한 주제 중심 구조 분류 및 장 구분

1차 분류	감지되는 속성	센서 유형
공간	위치	GPS
		지자기
	감지	물체 감지
		수동 적외선
	거리	물체 근접
		선형 위치
	방위	회전 위치
		기울기
		자이로스코프
		가속도계
기계식	발진	진동
	힘	힘
	인간 입력	싱글 터치
터치 스크린		
유체	액체	수위 측정
		유량
	기체/액체	압력
복사	기체	기체 농도
		기체 유속
	빛	포토레지스터
		포토다이오드
		포토티랜지스터
	열	NTC 서미스터
		PTC 서미스터
		열전대
		RTD
		반도체 온도
소리	적외선 온도	
	마이크로폰	
전기	계측	전류
		전압

그림 P-3 3권에서 사용한 주제 중심 구조 분류 및 장 구분

이론과 실재

이 책은 이론보다는 실질적인 내용을 다루는 데 초점이 맞춰져 있다. 나는 이 책의 독자들이 가장 알고 싶어하는 게 전자부품의 사용법이지 부품의 작동 원리는 아니라고 생각한다. 따라서 이 책에서는 공식의 증명이나 전기 이론에 기반을 둔 정의, 또는 역사적 배경 같은 내용은 다루지 않는다. 단위는 혼란을 피할 필요가 있을 때에 한정해 다루었다.

센서 출력

본 백과사전의 1권과 2권의 각 장은 부품을 사용하는 방법에 대한 힌트를 담고 있다. 그러나 대다수 센서는 비슷하게 처리되는 동일한 형식의 출력을 생성한다. 따라서, 반복을 피하기 위해 센서 출력의 아홉 가지 주요 유형을 이용하는 일반적인 지침을 3권 말미에 부록 A로 정리해 수록했다.

예를 들어, 많은 센서에서 아날로그 전압을 출력하는데, 이 전압값은 감지하는 현상에 따라 다양할 수 있다. 부록 A에서는 필요하다면 출력 범위를 조정하는 법이나 이를 아날로그-디지털 변환기로 디지털화하는 방법 등을 제시한다.

또, I2C, SPI 같은 직렬 프로토콜에 대한 비교도 수록했다. 이 두 프로토콜은 마이크로컨트롤러와 디지털 센서 간의 통신이 버스를 통해 이루어질 때 흔하게 사용한다.

용어 사전

센서의 세계에서는 많은 용어들이 반복되는 느낌을 받는다. 대표적인 용어가 히스테리시스(hysteresis)와 MEMS이다. 용어는 반복해서 정의하기보다

이 책 말미 부록 B에 용어 사전이라는 이름으로 간단하게 정리해 두었다. 익숙하지 않은 용어를 보았을 때, 용어 사전의 존재를 기억해 주면 좋겠다. 용어 사전을 참조하자.

본문에서 영어로 병기한 용어는 많은 경우 부록 B의 용어 사전에 수록했다.

일러두기

하나의 장에서 단독으로 등장하는 전자 용어나 부품명은 최초로 나올 때 영어를 병기했다.

부품 명칭과 부품이 속해 있는 분류는 모두 소문자로 표시했으며, 예외적으로 약어나 상표일 때는 대문자로 표시했다. 예를 들어 홀 효과(Hall effect)에서 홀은 사람의 이름이고, GPS는 약어이므로 모두 대문자로 표시한다. psi(제곱인치당 파운드를 뜻함)는 약어지만 소문자로 쓰는 게 더 일반적이므로 소문자로 표시했다.

전기 분야 선구자들의 이름을 딴 단위를 표기할 때는 상황에 따라 표기법이 달라진다. 단위를 풀어서 사용할 때는 모두 소문자로 표기해야 한다. 따라서, 힘의 국제 표준(SI) 단위를 풀어서 사용할 때는 소문자 ‘newton(뉴턴)’으로 표기한다. 그러나 사람의 이름을 딴 단위를 약어로 쓸 때는 대문자를 써서, 뉴턴(newton)은 N, 헤르츠(hertz)는 Hz, 파스칼(pascal)은 Pa, 암페어(ampere)는 A로 표기한다.

수식 표현

수식이 사용된 경우는 보통 컴퓨터 프로그래머들이 쓰는 기호를 사용하므로 일반인에게는 낯설 수 있다. 곱하기 부호는 에스테리스크(*)를, 나누기

부호는 슬래시(/)를 사용했다. 괄호가 있으면, 가장 안쪽의 괄호 연산을 먼저 처리한다.

$$A = 30 / (7 + (4 * 2))$$

이 식은 먼저 4와 2를 곱해 나온 값인 8에 7을 더해 15를 만들고, 30을 이 값으로 나누므로 A의 값은 2가 된다.

시각 자료 규칙

[그림 P-4]는 이 책 회로도에서 사용된 규칙을 보여 준다. 검은 점은 모호함을 최소화하기 위해 사용할 때 빼고는, 항상 연결을 나타낸다. 그림 윗부분 오른쪽보다는 주로 왼쪽 회로도를 사용한다. 검은 점 없이 교차하는 도체는 서로 연결되어 있지 않다. 오른쪽 아래와 같은 회로도를 사용하는 곳도 있지만, 이 책에서는 사용하지 않는다.

모든 회로도에는 연한 파란색 박스로 구분했다.

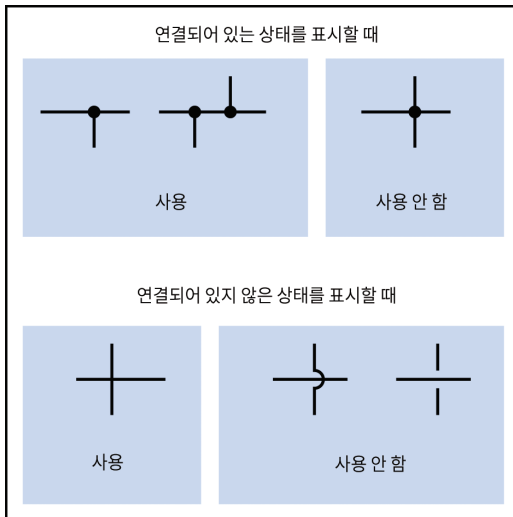


그림 P-4 이 책의 회로도에서 사용하는 시각 자료 규칙

이렇게 하면 스위치, 트랜지스터, LED 같은 부품이 흰색에 대해 부각될 수 있어, 주목도가 높아지고 부품 경계가 분명해진다. 흰색 영역은 그 밖의 다른 의미가 없다.

단위와 배경

미국이 인치 단위로 치수를 표기하는 방식을 끈질기게 고수하는 한, 미국 독자를 대상으로 하는 책에서 이 관습을 따라야 한다는 주장은 설득력이 있다. 1권과 2권을 집필할 때는 이 점을 염두에 두고 가급적 미터 단위를 사용하지 않았다. 그러나 시간이 흘러 이 책들은 인치 단위를 시대착오적인 방식이라 생각하는 전 세계 여러 나라에서 번역 출간되었다.

그래서 여러 국가의 독자들이 이 책을 읽는다는 사실을 고려해, 3권에서는 전반적으로 미터법을 사용했다(3/4" 파이프에 맞게 설계된 미국 배관 기구의 사진 등 일부 예외도 있다). 미터법에 익숙하지 않은 독자를 위해 몇 가지 길이 단위와 약어를 소개한다.

- 1나노미터(nm)
- 1마이크로미터(μm) = 1,000nm
- 1밀리미터(mm) = 1,000 μm
- 1센티미터(cm) = 10mm
- 1미터(m) = 100cm = 1,000mm

마이크로미터는 미크론micron이라고도 한다.

미터에서 인치로의 기본 환산 계수는 0.0254이다. 따라서 다음이 성립한다.

- 1인치(″) = 2.54cm = 25.4mm
- 1/1000인치(″) = 25.4μm

1/1000인치는 밀mil이라고도 한다.

부품 사진 중 다수는 배경에 격자무늬가 그려져 있다. 배경 눈금의 크기는 한 칸이 1mm이다.

혼란을 피하기 위해 미리 알려 주자면 이 사진 중 일부는 《짜릿짜릿 전자회로 DIY 플러스》(인사이트, 2016)에도 같이 실렸지만, 그 책에 실린 사진의 배경 격자 눈금은 한 칸이 0.1″이다. 3권에서는 사진에 밀리미터 단위를 사용했음을 상기하도록, 이 내용을 캡션에 명시했다.

사진의 배경색은 눈으로 보았을 때 쉽게 구별할 수 있게 부품의 색과 대조되는 색으로 골랐다. 그 이외에 특별한 이유는 없다.

부품 구입

부품이 언제까지 생산될지 알 수 없기 때문에 본 백과사전에서는 특정 부품 번호를 밝힐 때는 신중하고자 노력했다. 기능이 한정된 부품을 찾으려면 공급업체의 홈페이지를 찾아 보아야 한다. 다음의 공급업체는 이 책을 준비하면서 자주 확인한 곳이다.

- <http://www.mouser.com>
- <http://www.jameco.com>
- <http://www.sparkfun.com>
- <http://www.adafruit.com>

오래된 제품이거나 판매를 곧 중단할 부품을 구입할 때는 이베이eBay 사가 도움이 된다. 구형 제품

을 대신할 수 있는 신제품이 종종 <http://www.mouser.com>에 등록되기도 한다.

문제점과 오타자

독자와 필자가 서로 대화하고 싶은 상황은 대체로 3가지 정도일 것이다.

- 이 책에 심각한 실수가 있다면, 독자에게 이를 알려 주고 싶을 수 있다. 이를 ‘저자가 독자에게 공지’ 피드백이라고 하자.
- 독자가 이 책에서 실수를 찾았다면 알려 주고 싶을 수 있다. 이를 ‘독자가 저자에게 알림’ 피드백이라고 하자.
- 뭔가를 작동하는 데 문제가 생겼는데 저자의 실수인지 본인의 실수인지 모를 수 있다. 이런 경우에 도움을 받고 싶을 수 있다. 이를 ‘독자가 저자에게 질문’ 피드백이라고 하자.

이제 각 상황에서 어떻게 할지 알려 주겠다.

저자가 독자에게 공지

《짜릿짜릿 전자회로 DIY 3판》(인사이트, 2023)이나 《짜릿짜릿 전자회로 DIY 플러스》와 관련해 이미 연락처를 등록한 독자라면 본 백과사전에 관한 내용이 업데이트되었다는 공지를 받기 위해 연락처를 다시 등록할 필요가 없다. 그러나 아직 등록하지 않았다면 어떤 식으로 공지가 이루어지는지 알려 주겠다.

내 책에 오류가 있을 때 이 사실에 대해 공지를 받을 수 있는 유일한 길은 연락처를 등록하는 방법뿐이다. 이메일 주소를 등록하면 다음과 같은

이점이 있다.

- 이 책에서 심각한 오류가 발견되면 그에 대한 공지와 정정 내용을 받을 수 있다.
- 이 책이나 《짜릿짜릿 전자회로 DIY》 등 찰스 플랫폼의 책이 완전히 새롭게 개정되면 이를 공지한다. 이러한 공지는 매우 드물 것이다.

등록한 이메일은 다른 목적으로 사용하지 않는다.

이메일 등록은 본문 내용을 입력하지 말고 `make.electronics@gmail.com`으로 메일을 보내기만 하면 된다(원한다면 뭔가 의견을 남겨도 된다). 제목에 'REGISTER'라고 표시해 주기 바란다.

독자가 저자에게 알림

오타자를 알려 주고 싶다면 출판사에서 관리하는 '오타자' 등록 웹사이트를 활용하는 편이 낫다. 출판사에서 등록한 '오타자' 정보를 바탕으로 오류를 수정해서 개정판을 발간한다.

오타자를 발견했다면 다음 링크에 등록하기 바란다.

http://bit.ly/encyclopedia_electronic_components_v3

사이트에 오타자 등록 방법을 설명했다.

독자가 저자에게 질문

시간은 분명 한정되어 있지만 질문한다면 아주 짧게 답변해줄 수 있다. 이 경우 `make.electronics@gmail.com`으로 메일을 보내면 된다. 단, 잊지 말고 제목에 'HELP'라고 달자.

공개 게시판에 게시

이 책에 대해 이야기 나누거나 문제점을 토로할 수 있는 인터넷 포럼이 많이 있지만 독자의 권력을 충분히 인식하고 공정하게 사용해 주기를 바란다. 부정적인 의견 하나가 생각보다 큰 영향을 미칠 수 있다. 분명, 하나만으로도 여러 긍정적인 의견을 이길 수 있다.

보통 긍정적인 의견들이 올라오지만, 인터넷에서 부품을 찾지 못하겠다는가 하는 소소한 이유로 짜증난 독자의 글도 한두 건 있다. 원한다면 이 문제에 대해 도움을 줄 수 있다. 요청 내용을 메일로 써서 `make.electronics@gmail.com`으로 보내면 된다.

감사의 말

부품 제조업체의 데이터시트와 사용 안내서는 인터넷에서 얻을 수 있는 정보 중에서는 가장 믿을 만하다. 또, 부품 판매업체, 대학 교재, 클라우드 소싱을 통해 구축된 자료, 취미 공학자의 홈페이지 등도 참고했다. 다음 도서들도 유용한 정보를 제공해 주었다.

- Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky 《Electronic Devices and Circuit Theory, 9th edition》(Pearson Education, 2006)(국내에 《전자회로 실험》(ITC, 2009)이라는 이름으로 번역 출간됨 - 옮긴이)
- Newton C. Braga 《CMOS Sourcebook》(Sams Technical Publishing, 2001)
- Stuart A. Hoenig, 《How to Build and Use Electronic Devices Without Frustration, Panic, Mountains of Money, or an Engineering De

- gree, 2nd edition》(Little, Brown, 1980)
- Delton T. Horn, 《Electronic Components》(Tab Books, 1992)
- Delton T. Horn, 《Electronics Theory, 4th edition》(Tab Books, 1994)
- Paul Horowitz, Winfield Hill, 《The Art of Electronics, 2nd edition》(Cambridge University Press, 1989)(국내에 《전자공학의 기술》(에이콘출판, 2020)이라는 이름으로 번역 출간됨 - 옮긴이)
- Dogan Ibrahim, 《Using LEDs, LCDs, and GLCDs in Microcontroller Projects》(John Wiley & Sons, 2012)
- A. Anand Kumar, 《Fundamentals of Digital Circuits, 2nd edition》(PHI Learning, 2009)
- Don Lancaster, 《TTL Cookbook, Howard W》(Sams & Co, 1974)
- Ron Lenk, Carol Lenk, 《Practical Lighting Design with LEDs》(John Wiley & Sons, 2011)(국내에 《LED를 사용한 실용적인 조명 설계》(아진, 2013)라는 이름으로 번역 출간됨 - 옮긴이)
- Doug Lowe, 《Electronics All-in-One for Dummies》(John Wiley & Sons, 2012)
- Forrest M. Mims III, 《Getting Started in Electronics》(Master Publishing, 2000)
- Forrest M. Mims III, 《Electronic Sensor Circuits & Projects》(Master Publishing, 2007)
- Forrest M. Mims III, 《Timer, Op Amp, & Optoelectronic Circuits and Projects》(Master Publishing, 2007)
- Mike Predko, 《123 Robotics Experiments for the Evil Genius》(McGraw-Hill, 2004)
- Paul Scherz, 《Practical Electronics for Inventors, 2nd edition》(McGraw-Hill, 2007) (국내에 《모두를 위한 실용 전자공학》(제이펍, 2018)이라는 이름으로 번역 출간됨 - 옮긴이)
- Tim Williams, 《The Circuit Designer's Companion, 2nd edition》(Newnes, 2005)

이 외에 특별한 도움을 준 이들도 있다. 편집자인 브라이언 제프슨은 이 책의 집필에 큰 도움을 주었으며, 필립 마렉은 본문의 오류를 검토해 주었다. 에리코 나리타와는 포토샵 작업을 함께 했다.