

짜릿짜릿
전자부품 백과사전
2
Encyclopedia of
Electronic Components
Volume 2



Encyclopedia of Electronic Components Volume 2

by Charles Platt

© 2024 Insight Press

Authorized Korean translation of the English edition of *Encyclopedia of Electronic Components Volume 2*,

ISBN 9781449334185 © 2015 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 2: 방대하고, 간편하며, 신뢰할 수 있는 전자부품 안내서

전자책 1쇄 발행 2024년 3월 5일 지은이 찰스 플랫 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 978-89-6626-438-4



찰스 플랫폼 지음 | 배자은·이하영 옮김

짜릿짜릿 전자부품 백과사전 2

인사이트

차례

옮긴이의 글	xii
이 책의 사용법	1
각 권의 내용	1
이 책의 구성	3
연락처	6
감사의 말	6
1장 SCR	9
역할	9
작동 원리	10
다양한 유형	14
부품값	14
사용법	15
주의 사항	18
2장 다이액	21
역할	21
작동 원리	22
다양한 유형	24
부품값	24
주의 사항	24

3장	트라이액	27
	역할	27
	작동 원리	29
	다양한 유형	36
	부품값	36
	주의 사항	37
4장	무접점 릴레이	39
	역할	39
	작동 원리	41
	다양한 유형	42
	부품값	44
	사용법	44
	주의 사항	45
5장	오토 커플러	47
	역할	47
	작동 원리	48
	다양한 유형	49
	부품값	51
	사용법	51
	주의 사항	52
6장	비교기	53
	역할	53
	작동 원리	54
	다양한 유형	56
	부품값	57
	사용법	59
	주의 사항	62

7장	op 앰프	65
	역할	65
	작동 원리	65
	다양한 유형	68
	부품값	69
	사용법	69
	주의 사항	74
8장	디지털 포텐셔미터	77
	역할	77
	작동 원리	78
	다양한 유형	79
	부품값	85
	사용법	85
	주의 사항	86
9장	타이머	89
	역할	89
	작동 원리	90
	다양한 유형	90
	부품값	98
	사용법	100
	주의 사항	108
10장	논리 게이트	111
	역할	111
	작동 원리	112
	다양한 유형	115
	사용법	128
	주의 사항	129

11장	플립플롭	131
	역할	131
	작동 원리	132
	다양한 유형	142
	부품값	143
	사용법	144
	주의 사항	144
12장	시프트 레지스터	147
	역할	147
	작동 원리	149
	다양한 유형	151
	부품값	152
	사용법	153
	주의 사항	156
13장	카운터	157
	역할	157
	작동 원리	158
	다양한 유형	160
	부품값	164
	주의 사항	165
14장	인코더	167
	역할	167
	작동 원리	169
	다양한 유형	170
	부품값	170
	사용법	170
	주의 사항	171

15장 디코더	173
역할	173
작동 원리	176
다양한 유형	177
부품값	177
사용법	177
주의 사항	177
16장 멀티플렉서	179
역할	179
작동 원리	181
다양한 유형	184
부품값	184
사용법	185
주의 사항	186
17장 LCD	187
역할	187
작동 원리	187
다양한 유형	189
사용법	196
주의 사항	199
18장 백열등	201
역할	201
작동 원리	203
다양한 유형	205
부품값	208
사용법	211
주의 사항	212

19장 네온전구	215
역할	215
작동 원리	216
사용법	219
다양한 유형	221
주의 사항	222
20장 형광등	225
역할	225
작동 원리	226
다양한 유형	228
부품값	230
주의 사항	230
21장 레이저	233
역할	233
작동 원리	234
다양한 유형	237
부품값	238
사용법	238
주의 사항	239
22장 LED 인디케이터	241
역할	242
작동 원리	243
다양한 유형	244
부품값	248
사용법	251
주의 사항	252

23장 LED 조명	255
역할	255
작동 원리	257
다양한 유형	262
부품값	263
주의 사항	264
24장 LED 디스플레이	265
역할	265
작동 원리	266
다양한 유형	266
부품값	271
사용법	271
주의 사항	276
25장 진공 형광 표시 장치	277
역할	277
작동 원리	277
사용법	278
다양한 유형	279
주의 사항	280
26장 전기장 발광	281
역할	281
작동 원리	282
다양한 유형	282
27장 트랜스듀서	287
역할	287
작동 원리	288
다양한 유형	288

부품값	289
사용법	293
주의 사항	294

28장 오디오 인디케이터 295

역할	295
작동 원리	295
다양한 유형	297
부품값	297
사용법	298
주의 사항	299

29장 헤드폰 301

역할	301
작동 원리	301
다양한 유형	303
부품값	306
주의 사항	307

30장 스피커 309

역할	309
작동 원리	310
다양한 유형	313
부품값	314
주의 사항	315
찾아보기	317

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 획 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

이 책은 총 3권으로 구성된 《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》 시리즈의 두 번째 책이다. 이 책의 목표는 자주 사용하는 전자부품의 개요를 제공해 학생, 엔지니어, 강사, 취미로 공학하는 사람들이 참고도서로 쓸 수 있게 하는 데 있다. 데이터시트나 개론서, 인터넷 홈페이지, 제조사 기술 문서 등에 흩어져 있는 정보들은 찾으려고 마음만 먹으면 대부분 쉽게 찾을 수 있다. 하지만 《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》에서는 다른 곳에서 쉽게 찾을 수 없는 내용을 포함하는 것은 물론, 관련 정보들을 잘 정리하고 검증해 수록했다. 각 장마다 대표적인 활용 방식, 대체 가능한 부품, 비슷한 장치에 관한 교차 참조, 샘플 회로도, 그리고 일반적인 문제점과 오류 목록까지 함께 수록했다.

본 백과사전을 집필하게 된 더 자세한 이유는 1권 서문에서 설명했다.

각 권의 내용

실질적인 문제를 놓고 고민한 끝에 전자부품 백과사전을 세 권으로 나누기로 했다. 각 권은 다음과 같은 주제를 폭넓게 다룬다.

1권

전력, 전자기 부품, 개별 반도체 소자
전력power 부문에서는 전원, 전원의 분배, 저장, 전력 차단, 변환 등의 내용을 다룬다. 전자기electromagnetism 부품 부문에서는 전력을 선형적으로 처리하는 부품과 회전력을 만들어 내는 부품을 다룬다. 개별 반도체 소자discrete semiconductors에서는 다이오드와 트랜지스터의 주요 유형을 다룬다.

2권

사이리스터(SCR, 다이액, 트라이액), 집적회로, 광원, 인디케이터, 디스플레이, 음원
집적회로integrated circuit는 아날로그와 디지털 부품으로 나뉜다. 광원light source, 인디케이터indicator, 디스플레이display는 반사형 디스플레이reflective display, 단일 광원, 발광 디스플레이로 나뉜다. 음원sound source은 소리를 생성하는 음원과 재생하는 음원으로 나뉜다.

3권

감지 장치
센서 분야가 대단히 넓어짐에 따라 3권에서 센

서를 단독으로 다뤘다. 감지 장치(sensing device)에는 빛, 소리, 열, 동작, 압력, 가스, 습도, 방향, 전기, 거리, 힘, 방사능을 감지하는 장치들이 포함된다.

일차 분류	이차 분류	부품 형태	
전력	전원	배터리	
	연결	접퍼	
		퓨즈	
		푸시 버튼	
		스위치	
		로터리 스위치	
		로터리 인코더	
	완화 장치	릴레이	
		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 0-1 1권에서 사용한 주제 중심 구조 분류 및 장 구분

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

그림 0-2 2권에서 사용한 주제 중심 구조 분류 및 장 구분

참고자료 vs. 교재

제목이 말해주듯 이 책은 교재가 아니라 참고서적이다. 다시 말하면 기초 개념에서 출발해 점차 고등 개념으로 발전해 나가는 형식을 따르지 않는다.

독자는 이끌리는 주제 아무 곳이나 펼쳐 원하는 내용을 배운 다음 책을 내려놓으면 된다. 책을 처음부터 끝까지 독파하겠다고 마음먹어도, 이 책에서는 순차적으로 점차 쌓이는 식의 개념을 찾을 수 없을 것이다. 각 장은 다른 장을 가급적 참고하지 않아도, 그 자체로 충분한 설명을 제공하기 때문이다.

내가 집필한 도서인 《짜릿짜릿 전자회로 DIY》(인사이트, 2012), 《짜릿짜릿 전자회로 DIY 플러스》(인사이트, 2016)는 교재로 쓸 수 있게 집필했지만, 다루는 범위는 이 책보다 제한적일 수밖에 없다. 교재는 불가피하게 단계적인 설명과 지시 사항을 상당 분량 할애해야 하기 때문이다.

이론과 실제

이 책은 이론보다는 실질적인 내용을 다루는 데 초점을 맞추었다. 아마도 독자들이 가장 알고 싶어하는 내용은 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.

전자공학 이론에 관한 책은 이미 많이 출간되

어 있으니, 이론에 관심 있는 독자라면 그런 책을 찾는 것이 좋겠다.

장

이 책은 장별로 구성되어 있으며 각 장에서는 하나의 부품을 폭넓게 다룬다. 어떤 부품을 독립된 장으로 다룰지 아니면 다른 부품을 다루는 장에 포함할지 여부는 다음 두 가지 원칙에 따라 결정했다.

1. (a) 널리 사용되거나 (b) 널리 사용되지는 않지만 독특한 성질을 가지고 있거나 간혹 역사적인 가치를 지닌 부품이라면 독립된 장으로 다룬다. 널리 사용되는 부품의 예로는 양극성 트랜지스터 bipolar transistor가 있으며, 널리 사용되지는 않지만 독특한 특성을 지닌 부품으로는 단접합 트랜지스터 unijunction transistor가 있다.
2. (a) 널리 사용되지 않거나 (b) 흔히 사용되는 부품과 대단히 비슷한 특성을 지닌 부품이라면 독립된 장으로 다루지 않는다. 예를 들어 가감 저항기 rheostat는 포텐서미터 potentiometer 장에서 다루며, 실리콘 다이오드 silicon diode, 제너 다이오드 Zener diode, 게르마늄 다이오드 germanium diode는 다이오드 장에서 통합해 설명한다.

이 원칙은 절대적인 것은 아니며 불가피한 경우에는 자의적 판단으로 조정해야 했다. 최종 결정은 내가 그 부품에 관한 내용을 찾는다면 어디를 찾아볼지를 기준으로 했다.

주제 분류 경로

항목은 알파벳 순서로 조직되어 있지 않다. 대신 주제별로 배치되어 있는데, 이는 듀이 십진 분류법을 사용하는 도서관에서 비소설 부문 책을 배치할 때와 비슷한 방식이다. 이 방법은 자신이 정확히 뭘 찾는지 모를 때, 또는 진행 과제를 수행하는데 활용할 수 있는 옵션이 뭐가 있는지 아무것도 모를 때 편리하다.

각 분류는 소분류로 나뉘고, 소분류는 다시 부품으로 나뉜다. 이 분류 순서는 [그림 0-2]에서 확인할 수 있다. 그리고 각 장이 시작하는 페이지 맨 윗부분에 해당 부품이 어떻게 분류되었는지 표시했다. 예를 들어 다이액^{diac} 장의 분류 경로는 다음과 같다.

개별 반도체 소자 > 사이리스터 > 다이액

물론 모든 분류 체계에는 예외가 있기 마련이다. 예를 들어 어레이 저항resistor array이 들어 있는 칩이 그렇다. 기술적으로 이 부품은 아날로그 집적회로(IC)에 속하지만, 1권의 저항 섹션에 포함했다. 어레이 저항은 여러 개의 저항을 설치하지 않고도 바로 사용할 수 있기 때문이다.

일부 부품은 기능이 복합적이다. 예를 들어 멀티플렉서multiplexer는 아날로그 신호를 전달할 수 있어 ‘아날로그’로 분류할 수 있다. 그러나 디지털로도 제어되며, 대부분 다른 디지털 집적회로와 결합해 사용되는 편이다. 따라서 멀티플렉서는 디지털로 분류하는 게 적절하다.

포함되는 내용과 포함되지 않는 내용

또 무엇이 부품이고 무엇이 부품이 아닌지에 관한 문제가 있다. 전선은 부품인가? 본 백과사전의 목적에 맞는 정의에 따르면 아니다. DC-DC 컨버터 DC-DC converter는 어떨까? 현재 컨버터는 부품 공급업체들이 작은 패키지로 판매하기 때문에 1권에서 부품으로 포함했다.

이와 비슷한 수많은 사례에 대해 개별적으로 결정을 내려야 했다. 물론 그 결과에 동의하지 않는 독자도 있겠지만, 모든 불만 사항을 다 만족시킬 수는 없다. 내가 할 수 있는 일은 만일 내가 이 책을 사용한다면 뭐가 최선일지 생각하며 책을 쓰는 것이었다.

일러두기

이 책 전체에 걸쳐 부품 이름과 부품이 속해 있는 분류는 모두 소문자로 표현했으며, 예외적으로 용어가 약어나 상표인 경우에는 대문자로 표시했다. 예를 들면 트림 포트Trimpot는 본스Bourns 사의 상표지만, 트리머trimmer는 그렇지 않다. LED는 약어지만 캡cap(커패시터capacitor의 축약어)은 아니다.

유럽에서는 소수를 포함하는 부품값을 표시할 때 소수점을 사용하지 않는다. 따라서 3.3K와 4.7K는 3K3과 4K7로 나타낸다. 그러나 이 방식이 미국에서 적용되는 일은 많지 않으므로 본 백과사전에서는 사용하지 않는다.

수식의 경우는 컴퓨터 프로그래머들이 흔히 쓰는 기호를 사용하기에 일반인들은 낯설 수 있다. 곱하기 부호로는 *(에스터리스크)를, 나누기 부호로는 /(슬래시)를 사용했다. 여러 쌍의 괄호가 중첩되어 있는 경우, 가장 안쪽 괄호의 연산부터 먼

저 처리해야 한다.

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

이 식에서는 먼저 4와 2를 곱해서 나온 값인 8에 7을 더해 15를 만들고, 이 값으로 30을 나눈다. 따라서 A의 값은 2가 된다.

시각 자료 규칙

[그림 0-3]은 이 책의 회로도에서 사용하는 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 도체들은 서로 연결되어 있지 않다. 오른쪽 아래와 같은 회로도를 사용하는 곳도 있지만, 이 책에서는 사용하지 않는다.

모든 회로도에는 연한 파란색 박스로 구분했다. 이렇게 하면 스위치, 트랜지스터, LED 같은 부품

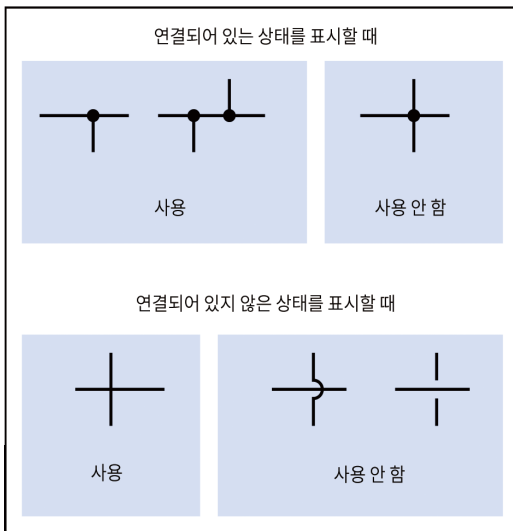


그림 0-3 이 책의 회로도에 사용하는 시각 자료 규칙

이 흰색으로 부각될 수 있어서, 주목도가 높아지고 부품 경계가 분명해진다. 흰색 영역은 그 밖의 다른 의미는 없다.

사진의 배경

모든 부품 사진에는 눈금 배경이 포함되어 있다. 이때 정사각형 눈금 한 변은 0.1"(2.5mm)이다. 눈금 자체는 가상이긴 해도 부품 뒤에 실제 그래프 용지를 직접 대어 놓은 것과 같은 비율로 그렸다. 부품 사진이 기울어져 있으면, 눈금도 동일한 각도로 비스듬히 기울여 비슷하게 보이도록 그렸다.

사진의 배경색은 부품과 대비되거나 시각적으로 다채로움을 부각할 수 있는 색을 선택했다. 그 외에 다른 의미는 없다.

부품 구입

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

- 마우저 일렉트로닉스 Mouser Electronics
- 자메코 일렉트로닉스 Jameco Electronics

오래된 제품이거나 판매가 곧 중단될 부품을 구입하는 데는 이베이 eBay가 도움이 된다.

문제점과 오탈자

이 책에서 발견된 오류는 <http://www.oreilly.com/>

catalog/errata.csp?isbn=0636920026150에서 보고와 확인이 가능하다.

찾아낸 오류를 게시하기 전, 다른 사람이 이미 찾아낸 오류일 수도 있으니 이전에 올라온 오류 신고를 먼저 확인해 주기 바란다.

내게는 독자의 의견이 소중하며, 독자가 의견을 보내 주길 진심으로 바란다. 그러나 아마존과 같은 사이트에 직접 의견을 게시하기 전에 한 가지만 생각해 주면 좋겠다. 부디 독자가 지닌 권력을 충분히 인식하고, 이를 공정하게 사용해 주기 바란다. 부정적인 의견은 단 하나라도 여러 긍정적인 의견보다 강력하며 생각보다 더 큰 영향을 미친다. 오라일리 O'Reilly의 오탈자 홈페이지에서 적절한 답변을 바로 받지 못했다면, 내 이메일 주소(make.electronics@gmail.com)로 직접 연락해도 좋다.

정기적으로 메일을 확인하지 않기에 다소 늦게 확인할 수도 있지만, 받은 메일에는 반드시 답장을 보낸다.

연락처

본 책에 관한 웹사이트가 개설되어 있다. 이 사이트에서는 정오표, 예제, 추가 정보를 담고 있다. 웹사이트의 주소는 아래와 같다.

http://oreil.ly/encyc_electronic_comp_v1

본 책의 기술 관련 문제에 대해 의견을 주거나 문의하려면, 다음 주소로 메일을 보내 주기 바란다.

bookquestions@oreilly.com

우리의 책, 강좌, 컨퍼런스, 새 소식에 관한 더 많은 정보는 홈페이지 <http://www.oreilly.com>에서 찾을 수 있다.

감사의 말

이 책을 쓰면서 여러 자료에서 영감을 얻었다. 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 Degree, 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》(에이

콘출판, 2020)이라는 이름으로 번역 출간됨 - 옮긴이)

- Dogan Ibrahim, 《Using LEDs, LCDs, and GL CDs 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)이라는 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)

또한 다음의 밴더 홈페이지에서 제공하는 정보도 광범위하게 사용하였다.

- 마우저 일렉트로닉스Mouser Electronics
- 자메코 일렉트로닉스Jameco Electronics
- 올 일렉트로닉스All Electronics
- 스파크펀sparkfun
- 일렉트로닉 골드마인Electronic Goldmine
- 에이다프루트Adafruit
- 패럴랙스Parallax, Inc.

이 외에 특별한 도움을 준 이들도 있다. 내 작업에 믿음을 보여 준 출판사에 감사하다. 편집자인 브라이언 제프슨은 이 책의 집필에 큰 도움을 주었으며, 필립 마렉과 스티브 콘클린은 본문의 오류를 검토해 주었다. 케빈 켈리 본인은 몰랐겠지만, 나는 전설로 남아있는 '도구 접근성'에 대한 그의 관심에 큰 영향을 받았다.

마크 프라우엔펠더는 내 안에 잠자고 있던 물건을 만드는 즐거움을 다시 불러일으켜 주었고, 가렛 브랜윈은 전자부품에 관한 흥미를 일깨워 주었다.

마지막으로 수십 년 전부터 알고 지낸 학교 친구들을 언급해야겠다. 공돌이nerd라는 단어가 존재하기도 훨씬 전이었던 그 옛날, 휴 레빈슨, 패트릭 파그, 그래험 로저스, 윌리엄 에드몬슨, 존 위티는 어린 시절 나만의 오디오 장비를 만들겠다고 씨름하던 내게, 꼬마 공돌이가 되어도 괜찮다는 사실을 일깨워 준 고마운 친구들이다.

- 찰스 플랫

SCR은 실리콘 제어 정류기(silicon-controlled rectifier)의 약어로, 게이트에 걸린 전압으로 작동하는 사이리스터(thyristor)를 말한다. 여기서 사이리스터는 최소 4개의 p형과 n형 실리콘 층을 교대로 쌓아 올려 만든 반도체를 뜻한다. 사이리스터는 집적 회로(IC)보다 먼저 등장했으며 여러 층으로 이루어진 개별 반도체이기 때문에 이 책에서는 개별 부품으로 다룬다. 사이리스터가 (무접점 릴레이(solid-state relay)처럼) 하나의 패키지에서 다른 부품과 결합하면 집적회로로 취급한다.

사이리스터의 다른 유형으로는 다이액(diac)과 트라이액(triac)이 있으며, 이 책에서는 각각 독립적인 장에서 다룬다.

단, 사이리스터에서 많이 사용하지 않는 게이트 턴오프 사이리스터(gate turn-off thyristor(GTO))와 실리콘 제어 스위치(silicon-controlled switch(SCS))는 여기서 다루지 않는다.

관련 부품

- 다이액(2장 참조)
- 트라이액(3장 참조)

역할

사이러트론(thyratron)이 1920년대에 처음 등장했을 당시, 이 부품은 기체가 든 관으로서 스위치와 정류기(rectifier)의 기능을 했다. 사이러트론의 고체 버전인 사이리스터(thyristor)는 1956년, 제너럴 일렉트릭(General Electric)사에서 출시했다. 두 부품의 이름은 모두 인체에서 에너지 소비율을 조절하는 기관인 갑상선의 영단어 thyroid gland에서 파생되었다. 사이러트론과 이를 바탕으로 개발된 사이리스터는 아주 높은 전류를 제어할 수 있다.

SCR은 사이리스터의 일종이지만 이 두 용어는

흔히 동의어처럼 사용한다. SCR의 의미로 사이리스터를 사용할 정도로 둘 사이의 구별은 엄격하지 않다. 이 책은 SCR, 다이액(diac), 트라이액(triac)을 모두 사이리스터 유형으로 다룬다.

SCR은 반도체 스위치(solid-state switch)로서, 보통 높은 전압에서 높은 전류를 흘려보낼 수 있다. 양극성 트랜지스터(bipolar transistor)와 마찬가지로 SCR은 게이트에 걸리는 전압으로 작동한다. 그러나 SCR은 게이트 전압이 0으로 줄어들어도 계속해서 전류를 흘려보낸다는 점에서 양극성 트랜지스터와는 다르다.

작동 원리

SCR은 한 방향으로만 전류를 흘려보내도록 설계되었다. 역전된 전위가 항복 전압breakdown voltage 보다 커지면 전류를 역지로 반대 방향으로 흐르게 할 수 있지만, 이렇게 무리하게 다루면 손상될 수 있다.

참고로 다이앤크와 트라이앤크은 양방향으로 전류를 흘려보내도록 설계되었다.

SCR에는 아노드, 캐소드, 게이트 3개의 단자가 있다. [그림 1-1]은 동일하게 사용하는 두 가지 회로 기호를 나타낸 것이다. 초기에 사용했던 기호에는 주변에 원이 그려져 있었으나 더는 사용하지 않는다. SCR을 프로그래머블 단접합 트랜지스터programmable unijunction transistor(PUT) 기호([그림 1-2])와 혼동하지 않도록 각별히 주의해야 한다.

스위칭 특성

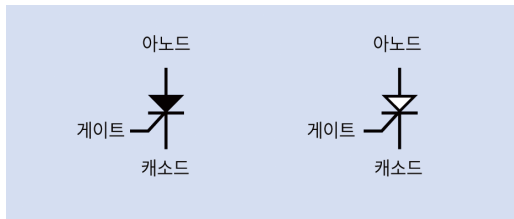


그림 1-1 기능이 동일한 SCR의 회로 기호. 왼쪽 기호를 조금 더 많이 사용한다.

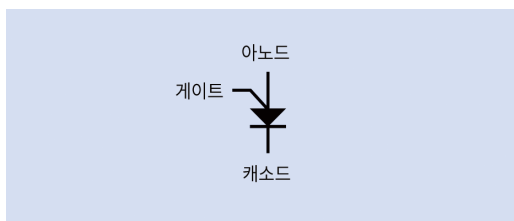


그림 1-2 이 기호는 PUT를 나타낸다. SCR 기호와 혼동하지 않도록 각별히 주의해야 한다.

SCR이 부동 상태이거나 비전도 상태일 때는 아노드와 캐소드 사이의 어느 방향으로든 전류가 흐르지 않는다. 다만 극소량의 전류가 누설leakage될 수 있다. SCR이 게이트에서 양의 전압을 받아 활성화하면 전류는 아노드에서 캐소드로 흐르지만, 캐소드에서 아노드로는 흐르지 못한다. 전류가 래칭 전류값latching current에 이르면, 트리거 전압trigger voltage이 0으로 떨어진 후에도 전류가 계속 흐른다. 이러한 특성으로 인해 SCR은 회생 장치regenerative device라고도 한다.

게이트 전압이 0으로 유지되는 동안 아노드와 캐소드 사이에 전류가 줄어들기 시작하면, 전류는 유지 전류holding current보다 낮은 수준으로 계속 흐르다가 결국 래칭 전류값 아래로 떨어진다. 이 시점에서 전류가 차단된다. 따라서 SCR에서 전류를 차단하는 유일한 방법은 전류의 흐름을 줄이거나 방향을 바꾸는 것뿐이다.

전류 흐름이 자체적으로 유지될 때, 이는 전압보다는 전류의 기능이라는 점을 기억해 두자.

트랜지스터와 달리 SCR의 상태는 ON이나 OFF 중 하나만 가능하며, 전류 증폭기current amplifier의 역할은 하지 않는다. 다이오드와 마찬가지로 SCR은 전류를 한 방향으로만 흘려보내도록 설계되었다. 그런 까닭에 SCR의 이름에는 정류기rectifier를 뜻하는 용어가 포함되어 있다. 작동하지 않는 상태에서 아노드와 캐소드 사이의 임피던스는 전력 값이 크더라도 열 방산heat dissipation을 관리할 정도로 충분히 낮다.

SCR은 상대적으로 많은 양의 전류를 통과시키기 때문에, 모터와 저항 가열 소자resistive heating element에 공급하는 전력을 제어할 때 적합하다. SCR