

짜릿짜릿
전자부품 백과사전
1
Encyclopedia of
Electronic Components
Volume 1



Encyclopedia of Electronic Components Volume 1

by Charles Platt

© 2023 Insight Press

Authorized Korean translation of the English edition of *Encyclopedia of Electronic Components*

Volume 1, ISBN 9781449333898 © 2012 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 인사이트에 있습니다. 저작권법에 의해 한국 내에서 보호를 받는 저작물이므로 무단전재와 무단복제를 금합니다.

짜릿짜릿 전자부품 백과사전 1: 방대하고, 간편하며, 신뢰할 수 있는 전자부품 안내서

전자책 1쇄 발행 2023년 11월 22일 지은이 찰스 플랫 옮긴이 배지은 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 978-89-6626-430-8



찰스 플랫폼 지음 | 배지은 옮김

짜릿짜릿 전자부품 백과사전

1

익스퍼트

차례

옮긴이의 글	xii
들어가는 글	xiii
1장 이 책의 사용법	1
2장 배터리	5
역할	5
작동 원리	6
다양한 유형	8
부품값	12
사용법	15
주의 사항	16
3장 점퍼	19
역할	19
작동 원리	19
다양한 유형	20
부품값	21
사용법	21
주의 사항	21

4장	퓨즈	23
	역할	23
	작동 원리	24
	부품값	24
	다양한 유형	25
	사용법	29
	주의 사항	30
5장	푸시 버튼	31
	역할	31
	작동 원리	32
	다양한 유형	32
	부품값	38
	사용법	38
	주의 사항	38
6장	스위치	41
	역할	41
	작동 원리	42
	다양한 유형	42
	부품값	51
	사용법	51
	주의 사항	53
7장	로터리 스위치	57
	역할	57
	작동 원리	58
	다양한 유형	58
	부품값	62
	사용법	63
	주의 사항	63

8장	로터리 인코더	65
	역할	65
	작동 원리	65
	다양한 유형	67
	부품값	67
	사용법	68
	주의 사항	69
9장	릴레이	71
	역할	71
	작동 원리	72
	다양한 유형	73
	부품값	77
	사용법	77
	주의 사항	78
10장	저항	81
	역할	81
	작동 원리	82
	다양한 유형	83
	부품값	85
	사용법	91
	주의 사항	94
11장	포텐서미터	97
	역할	97
	작동 원리	98
	다양한 유형	99
	사용법	103
	주의 사항	104

12장	커패시터	107
	역할	107
	작동 원리	108
	다양한 유형	109
	부품값	115
	사용법	118
	주의 사항	121
13장	가변 커패시터	123
	역할	123
	작동 원리	123
	다양한 유형	125
	사용법	125
	주의 사항	127
14장	인덕터	129
	역할	129
	작동 원리	130
	다양한 유형	134
	부품값	139
	사용법	141
	주의 사항	143
15장	AC-AC 변압기	145
	역할	145
	작동 원리	146
	다양한 유형	148
	부품값	152
	사용법	152
	주의 사항	152

16장 AC-DC 전원 공급기	155
역할	155
다양한 유형	155
사용법	159
주의 사항	160
17장 DC-DC 컨버터	161
역할	161
작동 원리	161
다양한 유형	162
부품값	165
사용법	166
주의 사항	167
18장 DC-AC 인버터	169
역할	169
작동 원리	169
다양한 유형	170
부품값	171
사용법	171
주의 사항	172
19장 전압 조정기	173
역할	173
작동 원리	174
다양한 유형	175
부품값	177
사용법	178
주의 사항	179
20장 전자석	181

역할	181
작동 원리	182
다양한 유형	182
부품값	183
사용법	183
주의 사항	184

21장 솔레노이드 185

역할	185
작동 원리	187
다양한 유형	188
부품값	189
사용법	189
주의 사항	189

22장 DC 모터 191

역할	191
작동 원리	191
다양한 유형	193
부품값	197
사용법	198
주의 사항	200

23장 AC 모터 203

역할	203
작동 원리	203
다양한 유형	207
부품값	212
사용법	212
주의 사항	212

24장 서보 모터 215

역할	215
작동 원리	216
다양한 유형	218
부품값	219
사용법	219
주의 사항	221

25장 스텝 모터 223

역할	223
작동 원리	223
다양한 유형	230
부품값	232
사용법	232
주의 사항	233

26장 다이오드 237

역할	237
작동 원리	239
다양한 유형	240
부품값	243
사용법	244
주의 사항	250

27장 단접합 트랜지스터 251

역할	251
작동 원리	252
다양한 유형	254
부품값	254
사용법	255
주의 사항	256

28장 양극성 트랜지스터 257

역할	257
작동 원리	257
다양한 유형	261
사용법	264
주의 사항	268

29장 전계 효과 트랜지스터 **271**

역할	271
작동 원리	271
다양한 유형	280
부품값	281
사용법	281
주의 사항	282

부록A 회로 기호 **285**

찾아보기	289
------	-----

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.

들어가는 글

과거 그 어느 때보다도 광범위한 정보를 대량으로 자유롭게 이용할 수 있는 오늘날, 《짜릿짜릿 전자 부품 백과사전》 같은 책이 과연 정말로 필요할지 의문이 들 수 있다. “알고 싶은 게 있다면 언제든 인터넷에서 찾아 보면 되는 것 아닌가?”하고 말이다.

글쎄? 그 의문에 대한 답은 ‘예’이면서 동시에 ‘아니오’이다. 사용할 수 있는 자료들을 하나하나 검토하면서 따져 보자.

데이터시트

데이터시트는 필수 자료지만 제약이 있다. 어떤 데이터시트는 상세히 기술되어 있지만 어떤 것은 허술하다. 부품 사용법을 설명하기 위해 예제 회로도도 보여 주는 데이터시트도 있지만 대부분 그렇지 않다. 부품의 원리까지 설명하는 데이터시트는 더욱 찾기 힘든데, 이 문서의 목적이 원리를 설명하는 용도는 아니기 때문이다. 꼭 덧붙여야 할 부품을 언급하지 않는 데이터시트도 많다. 예를 들어 DC-DC 컨버터는 바이패스 커패시터를 필수적으로 함께 사용해야 하는데도 이를 언급하는 데이터시트는 거의 없다. 옵토 커플러(optocoupler)의 데이터시트는 개방 컬렉터 출력에 필요한 풀업 저항을 전혀 설명하지 않는다.

비교 구매를 할 때도 데이터시트는 크게 도움이 되지 않는다. 데이터시트에 자사 제품과 다른 업체의 제품을 비교하는 내용은 물론, 자사에서 생산하는 대체 제품에 대한 안내도 없다. 예를 들어 선형 전압 조정기에서 높은 효율을 얻고 싶을 때는 DC-DC 컨버터를 사용하는 게 더 낫다는 사실을 데이터시트만 봐서는 알 길이 없다.

무엇보다도 데이터시트는 흔히 저지르는 실수를 피할 수 있는 법을 알려 주지 않는다. 탄탈륨 커패시터를 잘못된 방향으로 연결하면 무슨 일이 일어날까? 데이터시트는 최댓값만 알려줄 뿐, 사용자가 부품을 대위 먹든 회로가 알 수 없는 행동을 하든 상관하지 않는다. 그리고 해당 부품에 문제가 발견되더라도 데이터시트는 이를 언급하지 않는다. 그간의 경험으로 볼 때 데이터시트에만 의존해서는 시간을 쓸데없이 낭비할 위험이 크다.

위키피디아

위키피디아가 다루는 전자공학의 범위는 꽤 인상적이지만, 일관성은 없는 편이다. 어떤 항목은 기초적인 수준인데 반해 어떤 항목은 대단히 전문적이다. 내용의 깊이도 천차만별이다. 일목요연하게 잘 정리된 항목도 있지만, 어떤 항목은 그 글을

쓴 사람 이외에 일반인들은 전혀 알 수 없는 들도 보도 못한 내용들로 넘쳐 난다. 많은 주제들이 다수의 항목에 걸쳐 있어, 찾으려면 여러 URL을 돌아다녀야 한다. 전반적으로 위키피디아는 이론을 공부할 때는 괜찮지만, 실제로 써먹을 수 있는 실용적인 정보를 얻고자 한다면 썩 좋은 선택은 아니다.

제조업체의 교육 자료

일부 개념 있는 제조업체들은 자사에서 판매하는 제품에 관한 대단히 권위 있는 교육 자료를 편찬한다. 예를 들어 리틀퓨즈(Littlefuse) 사에서는 퓨즈에 관한 정보를 총망라한 훌륭한 문서를 시리즈로 발간한다. 그러나 또 다른 문제를 만나게 된다. 이런 자료는 담고 있는 정보가 너무 많아서 내용을 전부 파악하려면 시간이 꽤 걸린다. 게다가 이런 교육 자료는 구글의 검색 순위 상위에 잘 오르지 않아 찾기도 쉽지 않다. 또한 제조업체의 제품 생산 라인에 공백이 있더라도 교육 자료에서는 이를 언급하지 않는 경향이 있다. 따라서 어떤 제품이 빠졌는지 독자는 알 수가 없다.

개인 홈페이지

사람들이 대체로 특정 주제에 관해 자기가 아는(또는 안다고 생각하는) 모든 것을 인터넷에 올려 공유하려는 충동을 느낀다는 점은 웹의 잘 알려진 특성의 결과다. 이들 개인 홈페이지는 상대적으로 잘 알려지지 않은 주제, 이를테면 스피커의 크로스오버 회로에 가장 적합한 커패시터 유형이 무엇인지, 또는 납 축전지에서 암페어시 숫자의 정확한 편차가 무엇인지에 관한 정보를 놀라울 정도로

상세히 게시하고 있다. 그러나 안타깝게도 일부 사이트는 오류나 근거 없는 사건을 담기도 하고, 표절이나 기이한 내용도 눈에 띈다. 나는 다루는 내용이 서너 개 정도의 사이트에서 대체로 일치한다면 이는 믿을 수 있다는 나름의 원칙을 세워 두었다. 그러나 그럴 때도 약간의 의심은 남겨 둔다. 검색-조사-검증 과정에는 시간이 조금 필요하다.

다시 앞의 문제제기로 돌아가자. ‘그렇다’는 원하는 정보가 인터넷 어딘가에 대체로 존재한다는 뜻이다. 그러나 ‘아니다’는 필요한 자료를 찾기가 쉽지 않다는 뜻이다. 광활한 인터넷 세상은 백과사전처럼 잘 정리되어 있지 않다.

책은 어떻게? 책은 대체로 초심자 수준이거나 한정된 영역에 특화되어 있다. 광범위한 내용을 다루는 몇몇 책은 정말로 훌륭하지만, 이런 책들은 기본적으로 교육용으로 사용될 목적으로 수업의 커리큘럼에 맞게 구성되어 있다. 이런 책들은 참고용 도서가 아니다.

백과사전

정보의 희소성 또는 낮은 접근성과 같은 문제는 이미 수 년 전에 사라졌다. 이제는 과다한 정보량, 정보 불일치, 정보 분산 같은 것이 지식 습득에서 새로운 장벽이 되고 있다. 필요한 정보를 구하기 위해 데이터시트, 위키피디아, 제조업체의 교육용 자료(존재할 수도 있고 아닐 수도 있다), 개인 홈페이지(편견이 숨어 있을 가능성이 있다), 그밖에 다양한 교육 서적들을 뒤져야 한다면, 그 과정은 매우 불편하고 시간을 많이 잡아먹는 작업이 될 것이다. 나중에 그 주제에 관해 다시 찾을 일이 생기면, 정말로 도움이 되었던 URL과 그렇지 않았

던 URL을 일일이 기억해야 한다. 그리고 그 과정에서 URL의 대다수는 아예 사라졌을 수도 있다.

《Make》잡지의 전자공학 칼럼니스트로 일하면서 나 역시 이런 문제에 직면했었다. 그럴 때마다 전자부품의 기본 정보를 간결하고 일관된 형식으로 정돈 배치하고, 직관적으로 이해할 수 있는 사진, 회로도, 그림 등으로 상세히 설명하면서 철저한 감수와 상호참조가 잘 되어 있는 백과사전의 필요성을 절감했다. 이 백과사전이 부품의 작동 원리, 사용법, 대체 부품, 흔히 저지르는 실수와 발생할 수 있는 문제 등을 요약 정리할 수 있다면, 자료 조사에 소비하는 수많은 사람들의 시간을 아낄 수 있을 것이다.

이것이 바로 《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》의 소박한 목표이다.

독자

여는 참고 도서처럼 이 책도 기본 지식을 갖춘 독자와 아직 갖추지 못한 독자 모두에게 유용하게 쓰이기를 바란다.

어쩌면 당신은 전자공학을 공부하는 학생으로 카탈로그에 나열된 부품을 찾고 있는지도 모르겠다. 카탈로그는 얼핏 재미있어 보이지만, 대체로 부품이 어떤 일을 하는지 어떻게 사용하는지 정확히 알려주지 않는다. 원하는 정보를 얻기 위해 기능 또는 이름으로 검색해야 하지만, 어디부터 시작해야 할지 확실하지 않다. 참고서적으로서 백과사전은 검색 절차가 단순하고, 부적절한 부품을 주문할 위험을 낮춰 주며, 구입한 부품을 어떻게 사용해야 하는지 알려준다.

아니면 독자는 엔지니어이거나 취미로 공작을

즐기는 사람으로, 지금 새 회로를 고안하고 있을 수도 있겠다. 3, 4년 전에 부품을 사용했던 기억은 나는데, 그 기억이 맞는지는 잘 모른다. 이럴 때는 빠른 요약 정리로 기억을 재생할 필요가 있다. 그래서 확인을 위해 지금 백과사전을 들추고 있는지도 모른다.

완전성

당연한 얘기지만 이 세상에 존재하는 부품을 모두 본 백과사전에서 다룰 수는 없다. 마우저 일렉트로닉스 Mouser Electronics 사는 자사의 온라인 데이터 베이스에 2백만 개 이상의 제품이 올라 있다고 한다. 《짜릿짜릿 전자부품 백과사전》에서는 위 제품 중 극히 일부만 다루게 된다. 그렇다 하더라도 중요한 기본 유형들은 모두 찾아볼 수 있다.

감사의 말

모든 참고 도서는 여러 자료에서 영감을 받게 마련이며, 이 책도 예외는 아니다. 다음 세 권의 책은 특히 중요하다.

- 폴 스케르의 《발명가를 위한 실용 전자공학 Practical Electronics for Inventors 제2판》(맥그로힐, 2007)(국내에 《모두를 위한 실용 전자공학》(제이펍, 2018)이라는 제목으로 번역서가 출시되었다 - 옮긴이)
- 로버트 L 보일스태드, 루이스 나셀스키의 《전기 장치와 회로 이론 Electronic Devices and Circuit Theory 제9판》(피어슨에듀케이션, 2006)(국내에 《전자회로 실험》(ITC, 2009)이라는 제목으로 번역서가 출시되었다 - 옮긴이)

- 폴 호로비츠, 윈필드 힐의 《전자공학 기술The Art of Electronics 제2판》(케임브리지대학출판부, 2006)

또한 마우저 일렉트로닉스와 자메코 일렉트로닉스 Jameco Electronics 사에서 얻은 정보도 무척 도움이 되었다. 무엇보다도 포레스트 M. 뎀스 3세가 쓴 《전자공학 시작하기 Getting Started in Electronics》(Master Publishing, 2020)와 돈 랭커스터가 쓴 《TTL 쿡북 The TTL Cookbook》(Sams Publishing, 1974)이 없었다면 이 책은 절대 완성되지 않았을 것이다.

덧붙여서, 특별한 도움을 준 사람들이 있다. 편집자인 브라이언 쟈슨은 본 프로젝트의 기획 단계에서 큰 도움이 되었다. 마이클 버틀러는 초기 개념을 잡고 책의 구조를 세우는 데 많은 기여를 했다. 조시 게이츠는 자료 조사에 참여해 도움을 주

었다. 이 책의 출판사인 오라일리미디어는 내 작업에 대해 믿음을 보여 주었다. 케빈 켈리 자신은 잘 모르겠지만, ‘도구에 대한 접근 access to tools’에 보여 준 케빈의 깊은 관심이 내게 많은 영향을 주었다.

이 책의 감수는 에릭 모버그, 크리스 라이라키스, 제이슨 조지, 로이 레이버, 엠레 툴체, 패트릭 패그가 맡았다. 그들에게 많은 도움을 받았다. 그런데도 이 책에 오류가 남아 있다면 그것은 전적으로 내 책임이다.

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

이 책의 목적과 방법을 잘못 이해하는 일이 없도록 먼저 이 책의 기획 의도와 구성 방식을 간단히 설명하려고 한다.

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.

《짜릿짜릿 전자회로 DIY》(인사이트, 2012)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 실용적인 내용을 다루는 데 맞춰져 있다. 아마도 독자들이 가장 알고 싶어하

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

구성

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

- (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 독립적인 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 1-1]에서 볼 수 있다. 그리고 각 장이 시작되는 페이지 맨 윗부분에 해당 부품이 어떻게 분류되었는지 표시했다. 예를 들어 커패시터 capacitor 장의 분류 경로는 다음과 같다.

전력 > 완화 장치 > 커패시터

일차 분류	이차 분류	부품 형태
전력	전원	배터리
	연결	점퍼
		퓨즈
		푸시 버튼
		스위치
		로터리 스위치
		로터리 인코더
	완화 장치	릴레이
		저항
		포텐서미터
		커패시터
		가변 커패시터
	변환	인덕터
		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 1-1 본 백과사전에서 사용한 주제 중심 구조 분류 및 장 구분

물론 모든 분류 체계에는 예외가 있기 마련이다. 예를 들면 어레이 저항resistor array이 들어 있는 칩이 그렇다. 기술적으로 이 부품은 아날로그 집적 회로analog integrated circuit에 속하지만, 정말로 무접점 릴레이solid-state relay와 비교기comparator에 포함시켜야 할까? 결론을 말하자면 어레이 저항을 저항resistor 섹션에 포함시켰다. 그 편이 더 유용하다고 판단했기 때문이다.

일부 부품은 복합적인 기능이 있다. 2권 IC 장의 하위 범주에서 아날로그 IC와 디지털 IC를 구분한다. 그렇다면 아날로그 디지털 변환기analog-digital converter(ADC)는 어디에 포함시켜야 할까? 이 부품은 아날로그 항목에 속하게 했다. 왜냐하면 ADC의 일차적인 기능이 아날로그 항목의 내용에 부합하며, 사람들도 이 부품을 이 항목에서 찾을 가능성이 더 많기 때문이다.

포함된 내용과 포함되지 않은 내용

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

이와 비슷한 수많은 사례들에 대해 개별적으로 결정을 내려야 했다. 물론 그 결과에 동의하지 않는 독자도 있겠지만, 모든 이의 불만을 다 만족시킬 수는 없었다. 내가 할 수 있는 것은 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(커패시터의 축약어)은 아니다.

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 괄호에 있는 연산부 터 먼저 처리해야 한다.

각 권의 내용

책의 실용성 측면에서 부피를 고민한 후에, 《짜릿 짜릿 전자부품 백과사전》을 세 권으로 나누기로 했다. 각 권에서는 다음과 같은 주제를 폭넓게 다룬다.

1권

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

2권

집적회로, 광원, 음원, 열원, 고주파 발생기
집적회로integrated circuits는 아날로그와 디지털
부품으로 나뉜다. 광원light sources은 백열전구
에서부터 LED와 소형 디스플레이 화면까지 다
룬다. LCD나 e-잉크 같은 일부 재귀 반사성 소
자도 포함되어 있다. 음원sound sources은 일차
적으로 전자기 부품이다.

3권

감지 장치
센서 분야가 대단히 넓어짐에 따라 3권에서 센
서를 단독으로 다뤘다. 감지 장치sensing devices
에는 빛, 소리, 열, 동작, 압력, 가스, 습도, 방
향, 전기, 거리, 힘, 방사능을 감지하는 장치들
이 포함된다.

연락처

본 책에 관한 웹사이트가 개설되어 있다. 이 사이
트에서는 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 문
의하려면, 다음 주소로 메일을 보내 주기 바란다.

bookquestions@oreilly.com

우리의 책, 강좌, 컨퍼런스, 새 소식에 관한 더 많
은 정보는 홈페이지 <http://www.oreilly.com>에서 찾
을 수 있다.

이번 장에서는 전기화학적 전원을 다룬다. 전기는 주로 전자기적으로 발생하지만, 이를 이용한 전원은 부품으로 분류할 수 없으며 본 백과사전의 범위를 벗어난다. 정전기를 이용한 전원 역시 비슷한 이유로 제외한다.

배터리는 셀cell 또는 파워 셀power cell 등으로 불리기도 하지만, 실제로는 셀 하나가 아니라 여러 개의 셀multiple cells로 만들어진다. 배터리를 accumulator(축전지) 또는 pile(파일)이라 부르기도 하는데, 요즘은 잘 사용하지 않는 영문 용어다.

관련 부품

- 커패시터(12장 참조)

역할

배터리에는 화학 전지electrochemical cells가 하나 이상 포함되며, 전지 안에서 일어나는 화학 반응이 침지된 두 터미널 사이에 전위차를 생성한다(침지는 물속에 담가 적신다는 뜻이다 - 옮긴이). 이 전위차는 전류current가 부하load를 통과하면서 줄어든다.

화학 전지를 전해 전지electrolytic cell와 혼동하면 안 된다. 전해 전지는 외부 전원으로부터 전력을 공급받아 전기 분해electrolysis를 촉진하고, 이에 따라 화합물이 각각의 구성 성분으로 분해된다. 그러므로 전해 전지는 전기를 소모하고, 화학 전지는 전기를 생산한다.

배터리의 크기는 단추형 전지button cells 같은 소형부터, 전력망이 구축되지 않은 지역에서 태양광

패널이나 풍력 발전기로 만든 전기를 저장하는 납 축전지lead-acid units 같은 대형에 이르기까지 다양하다. 대형 배터리를 여럿 연결하면 전력 수급이 불안정한 작은 마을이나 상업 시설에서 이용할 수 있는 브리지 전력bridging power을 구성할 수 있다.

다음 페이지 [그림 2-1]은 기업의 데이터 센터에 설치된 60KW, 480VDC 규모의 자가 충전이 가능한 배터리 어레이battery array로, 풍력 및 태양광으로 발전된 전원을 저장, 보충하며 에너지 사용 피크 시간대에 사용해 에너지 비용을 절감할 수 있다. 어레이를 구성하는 납 축전지 각각의 크기는 약 28"×24"×12"(70cm×60cm×30cm)이며, 무게는 약 453kg이다.

배터리에 대한 회로 기호는 [그림 2-2]에 표시했다. 두 줄 중 더 긴 줄이 배터리의 양극(+극)을



그림 2-1 480VDC에서 60KW를 제공하는 기업 데이터 센터의 백업용 배터리 어레이(Hybridne Power Systems, Canada, Inc.와 Hybridne group of companies 사의 허가를 받은 사진. 저작권은 Hybridne Power Systems Canada Inc.에 있으며, Hybridne의 승인 없이 복제 불가).

나타낸다. 길이가 더 긴 줄을 반으로 잘랐을 때 두 도막이 + 기호를 만들 수 있다는 사실을 생각하면 쉽게 기억할 수 있다. 보통 여러 개의 배터리를 연결한 기호(---)는 배터리 안에 여러 개의 셀이 들어 있음을 나타내는 것이다. 따라서 [그림 2-2]의 가운데 그림은 3V 배터리를 나타내며, 오른쪽 그림은 3V 이상의 전압을 나타낸다. 실제 회로도에서는 이러한 표시법을 충실히 따르는 것은 아니다.

작동 원리

배터리의 기본 원리를 설명하는 도면을 보면, 전극electrode 역할을 하는 구리 도막의 일부만이 황

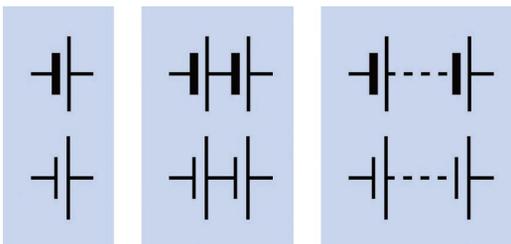


그림 2-2 배터리의 회로 기호. 푸른색 사각형 안에 그려진 기호 쌓은 기능적으로 동일하다.

산구리 용액에 잠겨 있다. 두 번째 전극인 아연 도막은 황산아연 용액에 일부가 잠겨 있다. 황산구리 용액과 황산아연 용액을 전해액electrolyte이라고 하며, 전극과 전해액으로 이루어진 완전한 전지를 셀cell이라고 한다. 그리고 셀의 절반을 반전지half-cell라고 한다.

[그림 2-3]은 전지의 구조를 단순화한 단면도이다. 그림에서 파란색 화살표는 전자의 움직임을 나타낸다. 전자는 아연 전극anode(아노드)에서 출발해 외부 부하를 거쳐 구리 전극cathode(캐소드)으로 흘러간다. 분리막membrane separator은 전자를

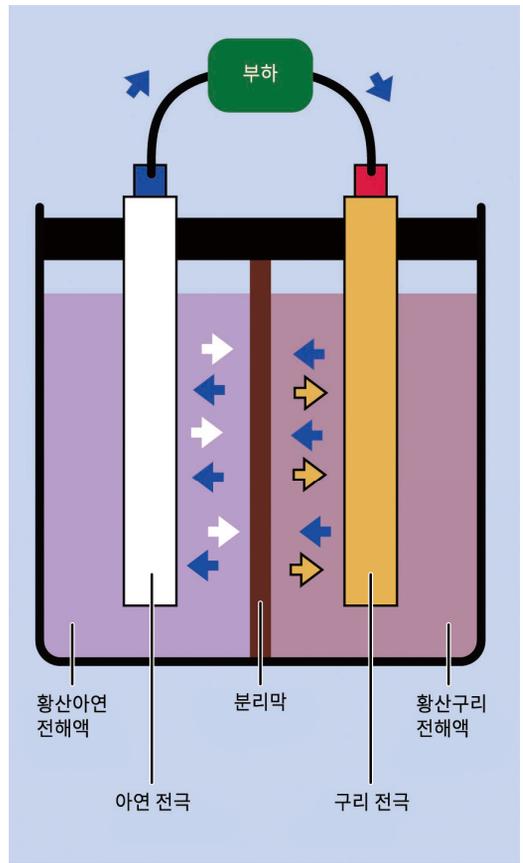


그림 2-3 고전적인 단순한 화학 전지의 구조. 자세한 내용은 본문을 참조한다.

통과시켜 전지 전체를 순환하도록 하지만 전해액이 섞이지 않도록 막는다.

주황색 화살표는 구리의 양이온을, 흰 화살표는 아연의 양이온을 표시한다(원자에서 전자가 떨어져 나가거나 외부에서 전자를 얻으면 이온이 된다). 아연 이온은 황산아연 전해액으로 끌려들어가고, 그 결과 아연 전극에서는 질량 손실이 일어난다.

한편, 구리 전극으로 흘러들어 온 전자는 구리 양이온을 끌어당기는 성질이 있는데, 이를 그림의 주황색 화살표로 표시했다. 황산구리 전해액에 녹아 있던 구리 이온을 구리 전극이 끌어당기면서 전극에는 구리 원자가 축적된다.

아연이 구리보다 좀 더 쉽게 전자를 잃는 경향이 있어 이 과정에서 부분적으로 동력을 얻게 된다. 가전제품에서 사용하는 배터리는 일반적으로 액체 대신 고형 페이스트paste를 전해액으로 사용한다. 이러한 제품을 흔히 dry cell(건전지)이라고 부르는데, 영문 용어는 점점 구식이 되고 있다. 두 개의 반전지가 하나의 중심을 공유하며 결합되어 있는데, 일반적으로 1.5V의 C, D, AA, AAA 알칼라인 배터리가 있다(그림 2-4 참조).

전극 용어

셀의 전극을 흔히 아노드anode와 캐소드cathode라고 한다. 이 용어들은 조금 혼란스럽다. 아노드를 기준으로 전자는 셀 내부에서 아노드로 들어가 셀 외부에서 아노드를 떠나고, 반대로 캐소드를 기준으로 보면 전자는 셀 외부에서 캐소드로 들어가 셀 내부에서 캐소드를 떠난다. 따라서 외부에서 볼 때 아노드가 전자를 방출하지만, 내부에서 볼

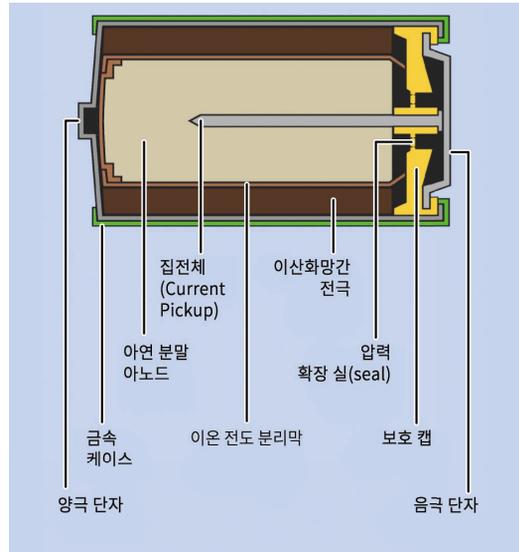


그림 2-4 일반적인 1.5V 알칼라인 배터리의 단면도

때는 전자를 방출하는 쪽은 캐소드다.

통상적으로 전류는 전자와 반대 방향으로 이동한다고 생각한다. 따라서 셀 바깥에서 보면 전류는 아노드에서 캐소드로 흐르며, 이러한 관점에 따라 캐소드가 아노드보다 “더 양positive의 것으로” 생각할 수 있다. 캐소dcathode의 t를 + 기호, 즉 ca+hode로 생각하면 이 내용을 쉽게 기억할 수 있다. 큰 배터리에서 캐소드는 흔히 붉은색으로 표시되고 아노드는 검정 또는 파란색으로 표시된다.

충전이 가능한 2차전지reusable battery를 충전하면 전자가 흐르는 방향은 반대가 되고 아노드와 캐소드는 효과적으로 자리를 바꾼다. 이 사실을 바탕으로 2차전지 제조업자들은 더 양positive인 단자를 아노드로 부르기도 한다. 이 때문에 혼란이 더 가중되는데, 전자제품 제조업자들은 캐소드(음극)라는 용어를 다이오드diode의 극 중에서 반대쪽에 비해 ‘더욱 음negative’인 부분, 즉 전위가 낮

은 부분을 지칭할 때 사용하고 있기 때문이다.

실수를 저지르는 위험을 줄이기 위해, 배터리에서는 ‘아노드’와 ‘캐소드’ 대신 ‘양극’과 ‘음극’이라는 용어를 사용하는 게 가장 좋은 방법이다. 단 본 백과사전에서는 다이오드에서 ‘더 음negative인’ 단자를 가리킬 때 ‘캐소드’라는 용어를 쓰도록 하겠다.

다양한 유형

배터리에는 크게 세 종류가 있다.

일회용 배터리

일회용 배터리disposable batteries는 일반적이지는 않지만 1차 셀primary cells(1차전지)이라고도 한다. 일회용 배터리 내부의 화학 반응은 역반응이 쉽게 일어나지 않기 때문에 충전이 불가능하다.

충전식 배터리

충전식 배터리rechargeable batteries는 2차 셀secondary cells(2차전지)이라고도 한다. 충전식 배터리는 충전기battery chargers 형태의 외부 전원을 양 단자에 연결해 전압을 가하면 충전이 가능하다. 충전을 반복하면서 전극이 화학적으로 서서히 분해되는데, 분해 속도는 배터리의 원료와 관리 방식에 영향을 받는다. 그러나 어떤 경우든 충전/방전 사이클 횟수는 제한적이다.

연료 전지

연료 전지fuel cells는 활성가스(예를 들어 수소)를 주입하여 전기화학적 반응을 오랜 기간 유지한다. 이러한 유형의 전지는 본 백과사전의 범위를 벗어

난다.

일부 작업에서 대형 커패시터가 배터리를 대체할 수 있으나, 에너지 밀도가 낮고 전력 용량이 같은 배터리에 비해 제조 단가도 비싸다. 커패시터는 화학 반응이 일어나지 않아 배터리보다 충전과 방전이 더 빠르게 진행되지만, 배터리는 방전 사이클에서 전압을 대체로 잘 유지한다. [그림 2-5]를 참조한다.

대량의 에너지를 저장할 수 있는 커패시터는 흔히 초고용량 커패시터supercapacitors라고 한다.

일회용 배터리

일회용 배터리는 충전식 배터리보다 에너지 밀도가 높고, 보관하는 동안 용량이 줄어드는 속도가 느려(이러한 현상을 자체 방전을self-discharge rate이라고 한다) 보관 기간도 훨씬 길다. 일회용 배터리는 5년 이상 사용이 가능하기 때문에 연기 감지

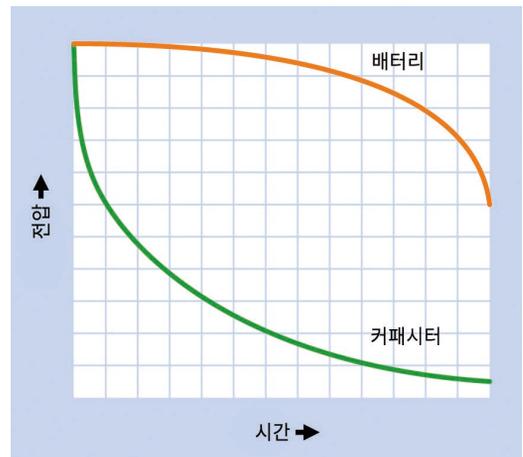


그림 2-5 방전되는 커패시터의 전압 강하 곡선은 배터리에 비해 초기에 더 가파르게 떨어진다. 이러한 이유로 커패시터로 배터리를 대체하는 것은 대부분 적절하지 않다. 그러나 높은 전류에서 매우 빠르게 방전하는 커패시터의 특성은 때로는 특별한 장점이 될 수 있다.

기, 가전제품을 위한 휴대용 리모컨, 비상용 플래시 등에 적합하다.

일회용 배터리는 부하가 75Ω 미만인 고방전 애플리케이션에는 적합하지 않다. 이런 경우에는 충전식 배터리가 더 적합하다. [그림 2-6]의 막대 그래프는 배터리에 1시간 내에 완전 방전이 될 정도의 낮은 저항을 연결하는 조건에서, 시중에서 많이 이용되는 3개의 충전식 배터리와 알칼라인 배터리의 정격 용량과 실제 용량을 비교한 것이다.

제조업체의 와트시 퍼 킬로그램(watt hours per kilo) 규격은 일반적으로 저항이 큰 부하를 배터리에 연결하여 느린 속도로 방전시키며 측정하여 정한다. 이 규격을 충방전율(C-rate 1, 즉 1시간 동안 완전 방전되는 속도로 측정하면 실제 상황과 잘 맞지 않을 수 있다.

일반적으로 일회용 배터리는 탄소아연 셀(zinc-

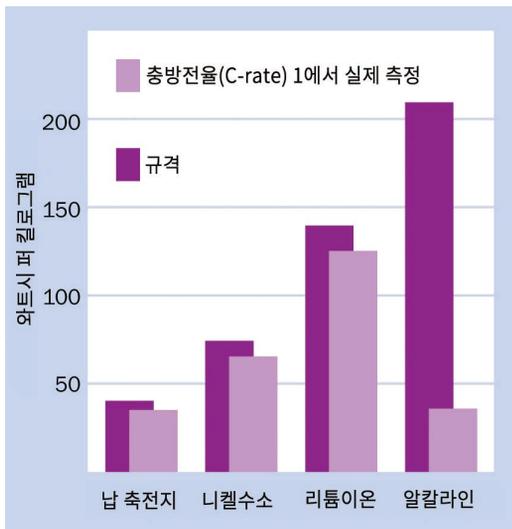


그림 2-6 알칼라인 배터리는 상대적으로 내부 저항이 크기 때문에 고출 방전에 적합하지 않으며, 소량의 전류를 장기간 사용하는 작업에 알맞다. (그래프 출처: <http://batteryuniversity.com>)



그림 2-7 왼쪽은 저가형 탄소아연 배터리. 오른쪽은 도난 경보기용 12V 알칼라인 배터리. 자세한 내용은 본문 참조.

carbon cells과 알칼라인 셀(alkaline cells)이다. 탄소아연 셀의 음극은 아연으로, 양극은 탄소로 만들어져 있다. 탄소아연 셀 배터리는 용량에 제한이 있어 인기가 떨어지지만, 제조 단가가 가장 저렴하기 때문에 ‘건전지가 포함됨’ 제품을 제조하는 업체에서 많이 사용한다. 전해액은 흔히 염화암모늄이나 염화아연을 사용한다. [그림 2-7]에서 9V 배터리는 탄소아연 전지이고, 옆의 작은 전지는 도난 경보 장치에 사용되는 12V 알칼라인 배터리다. 그림을 보면 배터리의 겉모양만 대충 봐서는 정확하게 판단할 수 없다는 사실을 알 수 있다.

알칼라인 배터리의 음극은 아연 분말, 양극은 이산화망간으로 만들어져 있고, 전해액은 수산화칼륨이다. 알칼라인 배터리는 같은 크기의 탄소아연 배터리에 비해 용량이 3~5배가량 크며, 방전 사이클 동안의 전압 강하에 덜 민감하다.

일부 군사용 작업에서 사용하는 배터리는 보관 수명이 길어야 한다. 이런 경우에는 주액 전지(reserve battery)를 사용한다. 주액 전지는 내부 화학 화합물을 분리했다가 사용 직전에 다시 결합할 수 있다.

충전식 배터리

보편적으로 이용되는 종류로는 납 축전지lead-acid, 니켈카드뮴nickel cadmium(줄여서 NiCad 또는 NiCd), 니켈수소nickel-metal hydride(줄여서 NiMH), 리튬이온lithium-ion(줄여서 Li-ion), 리튬이온 폴리머lithium-ion polymer 배터리 등이 있다.

납 축전지는 100년 이상 사용되어 왔으며, 지금도 차량, 도난 방지기, 비상구 표시등, 대용량 전원 백업 시스템 등에서 널리 이용되고 있다. 초기의 납 축전지는 침수형flooded으로, (일반적으로 전지액battery acid이라고 불리는) 황산 용액을 전해액으로 사용했으며, 주기적으로 증류수를 채워 넣고 가스를 빼 주어야 했다. 가스를 빼는 작업을 하는 동안 배터리가 넘어지면 산성 용액이 쏟아지기도 했다.

현재는 물을 채울 필요가 없는 밸브 조절식 납 축전지valve-regulated lead-acid battery(이하 VRLA)의 사용이 점차 늘고 있다. 이 모델에는 압력 방출 밸브가 포함되어 있어 배터리가 어떻게 놓여 있어도 전해액이 새 염려가 없다. VRLA 전지는 데이터 처리 장비를 위한 무정전 전원 장치uninterruptible power supply(이하 UPS)에서 주로 이용되며, 가스 방출량이 적고 전해액이 새 위험이 없는 등 안전하기 때문에 자동차나 전기 휠체어에서 많이 사용된다.

VRLA 전지는 AGMabsorbed glass mat과 젤 전지gel battery 두 유형으로 나눌 수 있다. AGM의 전해액은 섬유 유리판fiber glass mat 분리막에 흡수되어 있다. 젤 젤gel cell에서는 전해액이 실리카 가루와 섞여 고형 상태의 젤을 형성한다.

딥 사이클 배터리deep cycle battery(또는 심방전 전지)라는 용어는 납 축전지에 적용할 수 있다. 이

말은 낮은 수준까지 방전되는 것을 허용한다는 의미이며, 그 수준은 대략 완전 충전 수준의 20% 정도다(보통 제조업체에서 제시하는 수치는 이보다 낮다). 표준형 납 축전지의 판은 스펀지 납lead sponge으로 구성되어 있어 배터리 내부 산acid 용액의 표면적을 최대화하지만, 물리적으로는 심방전deep discharge으로 인해 마모될 수 있다. 딥 사이클 배터리의 판은 고체로 되어 있어 더 견고하지만 높은 전류를 공급하는 능력은 떨어진다. 내연 엔진 시동 기관에 딥 사이클 배터리를 사용하면, 같은 용도의 일반 납 축전지보다 크기가 더 커야 한다.

[그림 2-8]은 밀폐형 납 축전지로 동작 감지기로 활성화되는 외부 조명기구의 전원 공급용이다. 이 전지는 무게가 수 킬로그램 가량으로 낮 동안 15cm×15cm 크기의 태양광 패널로 세류 충전trickle charge된다.

니켈-카드뮴NiCad 배터리는 대단히 높은 전류를 견딜 수 있지만 유럽에서는 금속성 카드뮴의 독성 때문에 사용이 금지되어 있다. 미국에서는 니켈-카드뮴 배터리를 메모리 효과memory effect가



그림 2-8 동작 감지기로 활성화되는 외부 조명기구용 납 축전지