

합격

합격 5단계
CBT / 실전모의고사

합격 4단계
10개년 기출문제

합격 3단계
실전평가문제

합격 2단계
출제경향 확인문제

합격 1단계
개념확인 및 개념확인문제

무선설비기사 필기시험대비 디지털전자회로

편저 김한기



정통하였느냐



@JeongTongEDU



@정통에듀

www.baraemedu.com | ☎ 02.854.8886



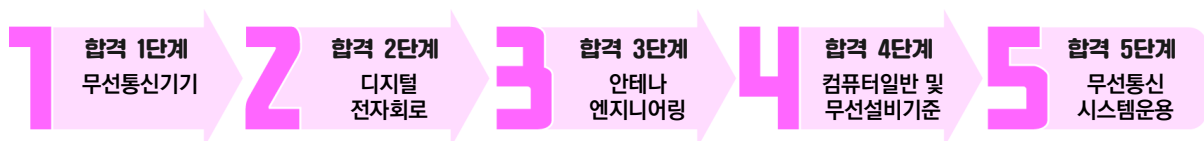
정통에듀
JEONGTONGEDU

무선설비기사 디지털전자회로 출제경향분석

목차	2020년			2021년			2022년			2023년			평균
	1	2	4	1	2	4	1	2	4	1	2	계	
1장 반도체	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	8	0.73
2장 전원회로	3	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	28	2.55
3장 트랜지스터 증폭회로의 저주파해석	1	2	1	0	0	0	3	3	1	0	1	12	1.1
4장 트랜지스터 증폭회로의 고주파해석	1	1	1	1	2	0	0	1	1	1	0	9	0.8
5장 전계효과 트랜지스터	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	4	0.36
6장 다단증폭회로	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	0.27
7장 연산증폭회로	1	0	2	2	2	3	2	2	1	2	2	19	1.73
8장 동조형 증폭회로	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0.1
9장 전력 증폭기회로	2	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	7	0.64
10장 발진회로	3	3	3	3	2	3	0	0	1	2	1	21	1.9
11장 변조회로	2	3	4	2	3	2	3	1	4	2	3	29	2.6
12장 복조회로	1	1	0	1	0	2	1	0	0	1	1	8	0.73
13장 펄스회로	2	2	2	1	1	3	2	1	3	2	2	21	1.9
14장 논리회로	3	4	4	5	5	3	5	5	3	5	4	46	4.18
기타	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	4	0.36



▶ 무선설비기사 공부순서



자료출처 : kca 국가기술자격검정(https://www.cq.or.kr/qh_quagm01_001.do)

1. 시행구분

- 정기검정 : 연간계획에 따라 전국(시험장)에서 동시시행
- 수시검정 : 전 종목 대상으로 필요시 시행

2. 시행절차

① 원서접수 (필기)

- 접수방법
 - 인터넷접수 : 접수홈페이지(www.cq.or.kr) 접속하여 접수
- 검정과목 면제신청(해당자)
 - 인터넷접수시 면제신청란 기재
 - 우편정보통신/통신선로관련종목접수시 검정과목 면제신청 및 증빙서류 제출

② 필기시험 수험생 준비물

- 응시준비
 - 수험표
 - 신분증(주민등록증 또는 운전면허증, 여권 등)
 - 컴퓨터용 흑색 사인펜
 - ※ 수정테이프(수정액은 사용불가)
 - ※ 답안은 감독관 확인 후 수정이 가능

③ 문제공개 이의신청 접수

- 접수기간
 - 시험종료 익일부터 5일간

④ 합격자(예정자) 발표 및 응시자격 증빙서류 제출

- 발표방법
 - 인터넷 발표 (www.cq.or.kr)

- 서류제출
 - 합격예정자발표후 5일 이내 우편으로 반드시 원본제출
 - ※ 응시자격 제한이 있는 종목은 반드시 응시자격 서류를 제출

⑤ 원서접수(실기)

- 접수방법
 - 인터넷접수(www.cq.or.kr)
 - ※ 시험일시 및 장소본인선택(선착순)

⑥ 실기시험 수험생 준비물

- 응시준비
 - 수험표
 - 신분증(주민등록증 또는 운전면허증, 여권 등)
 - 실기시험 준비물(자격증별)

무선설비기사 수험준비물

시험방법	품명	규격	단위	수량	비고
작업형	브레드보드	1,000홀 이상, 가로세로 각 30Cm 이내	개	1	
작업형	연결핀	∅0.4mm~∅0.6mm 단선	개	1	
작업형	니퍼	소형	개	1	
작업형	롱노우즈	소형	개	1	
작업형	드라이버(+, -)	일반용	개	1	
작업형	멀티미터	일반용	개	1	
작업형	템플릿	스미스차트 및 회로설계용	개	1	
작업형	컴퍼스	스미스차트 및 회로설계용	개	1	
작업형	자	스미스차트 및 회로설계용	개	1	
작업형	계산기(공학용)	공학용	개	1	
작업형	필기도구(볼펜또는싸인펜)	일반용	개	1	

*상기 소요기자재 현황은 시험문제 및 검정장 여건에 따라 일부 변경될수 있습니다.

⑦ 최종합격자 발표

- 발표방법
 - 인터넷발표(www.cq.or.kr)

⑧ 자격증 발급

- 발급신청
 - 자격증 교부신청서
 - 증명사진 1매
 - 신분증
 - 수수료

※ 개설 시험장의 접수인원이 5인 이하일 경우 시험장소가 변경될 수 있습니다.

3. 응시자격 및 경력인정 기준

① 자격등급별 응시자격체계



② 세부응시자격

등급	응시자격
기술사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 기사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 직무분야(고용노동부령으로 정하는 유사 직무분야를 포함한다. 이하 "동일 및 유사 직무분야"라 한다)에서 4년 이상 실무에 종사한 사람 2. 산업기사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 5년 이상 실무에 종사한 사람 3. 기능사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 7년 이상 실무에 종사한 사람 4. 응시하려는 종목과 관련된 학과로서 고용노동부장관이 정하는 학과(이하 "관련학과"라 한다)의 대학졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 6년 이상 실무에 종사한 사람 5. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 기술사 등급의 자격을 취득한 사람 6. 3년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 7년 이상 실무에 종사한 사람 7. 2년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 8년 이상 실무에 종사한 사람 8. 국가기술자격의 종목별로 기사의 수준에 해당하는 교육훈련을 실시하는 기관 중 고용노동부령으로 정하는 교육훈련기관의 기술훈련과정(이하 "기사 수준 기술훈련과정"이라 한다) 이수자로서 이수 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 6년 이상 실무에 종사한 사람 9. 국가기술자격의 종목별로 산업기사의 수준에 해당하는 교육훈련을 실시하는 기관 중 고용노동부령으로 정하는 교육훈련기관의 기술훈련과정(이하 "산업기사 수준 기술훈련과정"이라 한다) 이수자로서 이수 후 동일 및 유사 직무분야에서 8년 이상 실무에 종사한 사람 10. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 9년 이상 실무에 종사한 사람 11. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람
기능사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 산업기사 또는 기능사 자격을 취득한 후 「근로자직업능력 개발법」에 따라 설립된 기능대학의 기능장과정을 마친 이수자 또는 그 이수예정자 2. 산업기사 등급 이상의 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 5년 이상 실무에 종사한 사람 3. 기능사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 7년 이상 실무에 종사한 사람

등급	응시자격
	<ol style="list-style-type: none"> 4. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 9년 이상 실무에 종사한 사람 5. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 기능장 등급의 자격을 취득한 사람 6. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람
기사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 산업기사 등급 이상의 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 1년 이상 실무에 종사한 사람 2. 기능사 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 3년 이상 실무에 종사한 사람 3. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 기사 등급 이상의 자격을 취득한 사람 4. 관련학과의 대학졸업자등 또는 그 졸업예정자 5. 3년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 1년 이상 실무에 종사한 사람 6. 2년제 전문대학 관련학과 졸업자등으로서 졸업 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 2년 이상 실무에 종사한 사람 7. 동일 및 유사 직무분야의 기사 수준 기술훈련과정 이수자 또는 그 이수예정자 8. 동일 및 유사 직무분야의 산업기사 수준 기술훈련과정 이수자로서 이수 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 2년 이상 실무에 종사한 사람 9. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 4년 이상 실무에 종사한 사람 10. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람
산업기사	<p>다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 기능사 등급 이상의 자격을 취득한 후 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에 1년 이상 실무에 종사한 사람 2. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야의 다른 종목의 산업기사 등급 이상의 자격을 취득한 사람 3. 관련학과의 2년제 또는 3년제 전문대학졸업자등 또는 그 졸업예정자 4. 관련학과의 대학졸업자등 또는 그 졸업예정자 5. 동일 및 유사 직무분야의 산업기사 수준 기술훈련과정 이수자 또는 그 이수예정자 6. 응시하려는 종목이 속하는 동일 및 유사 직무분야에서 2년 이상 실무에 종사한 사람 7. 고용노동부령으로 정하는 기능경기대회 입상자 8. 외국에서 동일한 종목에 해당하는 자격을 취득한 사람

등급	응시자격
기능사	응시자격에 제한이 없음
비고	<p>※ 비고</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. “졸업자등”이란 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따른 학교를 졸업한 사람 및 이와 같은 수준 이상의 학력이 있다고 인정되는 사람을 말한다. 다만, 대학(산업대학 등 수업연한이 4년 이상인 학교를 포함한다. 이하 “대학등”이라 한다) 및 대학원을 수료한 사람으로서 관련 학위를 취득하지 못한 사람은 “대학졸업자등”으로 보고, 대학등의 전 과정의 2분의 1 이상을 마친 사람은 “2년제 전문대학졸업자등”으로 본다. 2. “졸업예정자”란 국가기술자격 검정의 필기시험일(필기시험이 없거나 면제되는 경우에는 실기 시험의 수험원서 접수마감일)을 말한다. 이하 같다) 현재 「초·중등교육법」 및 「고등교육법」에 따라 정해진 학년 중 최종 학년에 재학 중인 사람을 말한다. 다만, 「학점인정 등에 관한 법률」 제7조에 따라 106학점 이상을 인정받은 사람(「학점인정 등에 관한 법률」에 따라 인정받은 학점 중 「고등교육법」 제2조제1호부터 제6호까지의 규정에 따른 대학 재학 중 취득한 학점을 전환하여 인정받은 학점 외의 학점이 18학점 이상 포함되어야 한다)은 대학졸업예정자로 보고, 81학점 이상을 인정받은 사람은 3년제 대학졸업예정자로 보며, 41학점 이상을 인정받은 사람은 2년제 대학졸업예정자로 본다. 3. 「고등교육법」 제50조의2에 따른 전공심화과정의 학사학위를 취득한 사람은 대학졸업자로 보고, 그 졸업예정자는 대학졸업예정자로 본다. 4. “이수자”란 기사 수준 기술훈련과정 또는 산업기사 수준 기술훈련과정을 마친 사람을 말한다. 5. “이수예정자”란 국가기술자격 검정의 필기시험일 또는 최초 시험일 현재 기사 수준 기술훈련과정 또는 산업기사 수준 기술훈련과정에서 각 과정의 2분의 1을 초과하여 교육훈련을 받고 있는 사람을 말한다.

자료출처 : kca 국가기술자격검정(https://www.cq.or.kr/qh_quagm01_006.do)

1. 시험과목 및 시험방법

구분	과목	출제유형(시험시간)	합격기준
필기	1. 디지털전자회로 2. 무선통신기기 3. 안테나엔지니어링 4. 무선통신시스템 운용 5. 컴퓨터일반 및 무선설비기준	객관식 4지선다형 (2시간 30분)	과목당 100점을 만점으로 하여 매과목 40점 이상, 전과목 평균 60점 이상 : 과목당 20문항
실기	무선설비 실무	작업형 (3시간 50분)	100점을 만점으로 60점 이상

2. 응시수수료

필기	18,800원	실기	55,700원
----	---------	----	---------

제 1 편

개념확인 및 개념확인문제

17

제1장	반도체 이론	19
개념확인 1	반도체의 특징	20
개념확인 2	반도체의 종류	20
개념확인 3	PN 접합 다이오드	22
개념확인 4	제너다이오드	24
개념확인 5	터널다이오드(Esaki diode)	25
개념확인 6	배랙터 다이오드(Varactor diode)	27
개념확인 7	특수 다이오드	27
■ 출제경향확인문제		30
■ 실전평가문제		33

제2장	전원회로	37
개념확인 1	전원회로	38
개념확인 2	전원회로의 평가 파라미터	38
개념확인 3	단상 반파 정류 회로(Half-wave rectifier)	40
개념확인 4	단상 전파 정류 회로(Full-wave rectifier)	42
개념확인 5	브리지형 전파 정류 회로	43
개념확인 6	배전압 정류 회로	45
개념확인 7	맥동율과 맥동주파수	46
개념확인 8	평활회로	47
개념확인 9	전원 안정화 회로	49
■ 출제경향확인문제		51
■ 실전평가문제		59

제3장	트랜지스터 증폭회로의	69
개념확인 1	저주파 해석	69
개념확인 2	트랜지스터(Transistor)의 구조	70
개념확인 3	트랜지스터의 동작	71
개념확인 4	h 파라미터 등가 회로(h parameter equivalent circuit)	73
개념확인 5	접지 방식에 따른 트랜지스터 증폭기	74

개념확인 6	공통 에미터(CE) 증폭기	75
개념확인 7	에미터 저항을 갖는 공통 에미터(CE) 증폭기	76
개념확인 8	공통 콜렉터(CC) 증폭기	77
개념확인 9	공통 베이스(CB) 증폭기	78
개념확인 10	다링턴(Darlington)회로	79
■	출제경향확인문제	81
■	실전평가문제	87
제4장 트랜지스터 증폭회로의 고주파 해석		91
개념확인 1	트랜지스터 고주파 특성	92
개념확인 2	트랜지스터의 Bias 회로의 안정계수(S)	93
■	출제경향확인문제	96
■	실전평가문제	98
제5장 전계효과 트랜지스터		103
개념확인 1	전계효과 트랜지스터	104
■	출제경향확인문제	109
■	실전평가문제	110
제6장 다단증폭회로		113
개념확인 1	잡음지수(Noise Factor)	114
■	출제경향확인문제	116
■	실전평가문제	117
제7장 연산증폭회로		119
개념확인 1	동상 신호 제거비(CMRR), 차동증폭기의 특징	120
개념확인 2	부(-) 궤환(negative feedback)의 특징	121
개념확인 3	이상적인 연산증폭기의 특징	124
개념확인 4	연산증폭기의 응용	125
■	출제경향확인문제	130
■	실전평가문제	137

제8장	동조형 증폭회로	143
개념확인 1	동조형 증폭회로	144
■	출제경향확인문제	146
■	실전평가문제	147
제9장	전력 증폭기회로	149
개념확인 1	전력증폭기 종류별 특징	150
개념확인 2	공전의 종류와 잡음 방해의 개선방법	151
■	출제경향확인문제	154
■	실전평가문제	156
제10장	발진회로	159
개념확인 1	발진회로	160
개념확인 2	LC 발진기	161
개념확인 3	이상 발진기	163
개념확인 4	수정 발진기	165
■	출제경향확인문제	168
■	실전평가문제	176
제11장	변조회로	183
개념확인 1	변조(Modulation)의 정의, 목적, 종류	184
개념확인 2	진폭변조(변조도, 전력, SSB의 특징)	186
개념확인 3	주파수변조(변조지수, 대역폭, FM의 특징)	188
개념확인 4	PLL(Phase-Locked-Loop)의 구성요소	189
개념확인 5	펄스 변조(Pulse Modulation)	190
개념확인 6	PCM과정과 특징	191
■	출제경향확인문제	194
■	실전평가문제	203
제12장	복조회로	211
개념확인 1	전파의 창의 범위를 결정하는 요소	212
■	출제경향확인문제	218
■	실전평가문제	219

제13장	펄스회로	221
개념확인 1	이상적 펄스에서 충격계수, 실제펄스에서의 용어	222
개념확인 2	펄스의 형태 및 분석	224
개념확인 3	미분회로 및 적분회로	225
개념확인 4	파형 정형회로	227
개념확인 5	클램퍼(Clamper)	229
개념확인 6	펄스발생회로	231
개념확인 7	Schmitt 트리거	233
■ 출제경향확인문제		235
■ 실전평가문제		245
제14장	논리회로	253
개념확인 1	2, 8, 16진법	254
개념확인 2	보수	257
개념확인 3	정보의 단위	259
개념확인 4	자료의 구조	260
개념확인 5	수를 표현하는 코드	261
개념확인 6	문자를 표현하는 코드	264
개념확인 7	10진 데이터 표현 방법	265
개념확인 8	에러 검출 및 정정 코드	266
개념확인 9	수치 데이터의 표현 방법	269
개념확인 10	불대수	270
개념확인 11	카르노 맵(Karnaugh map)	272
개념확인 12	논리게이트	274
개념확인 13	가산기(Adder)	277
개념확인 14	감산기(Subtractor)	279
개념확인 15	인코더(Encoder : 부호기)와 디코더(Decoder : 복호기)	280
개념확인 16	멀티플렉서(Multiplexer : MUX)와 디멀티플렉서(Demultiplexer : DEMUX)	282
개념확인 17	크기 비교기	284
개념확인 18	플립플롭(Flip-Flop)	285
개념확인 19	카운터(Counter)	288
개념확인 20	기억장치	292

개념확인 21 논리 게이트	295
■ 출제경향확인문제	300
■ 실전평가문제	304

제 2 편	기출문제	347
--------------	-------------	-----

제 3 편	CBT 실전모의고사	437
--------------	-------------------	-----

제 1 편 개념확인 및 개념확인문제

무선설비기사



제1장

반도체 이론

- 1 반도체의 특징
- 2 반도체의 종류
- 3 PN 접합 다이오드
- 4 제너다이오드
- 5 터널다이오드
- 6 배랙터 다이오드
- 7 특수 다이오드



개념확인 1

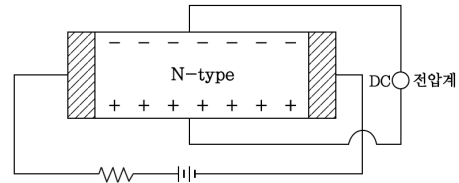
반도체의 특징

- ① 도체와 부도체의 중간적인 성질을 갖는다.
- ② 반도체는 온도의 상승으로 저항이 감소하는 성질을 가지고 있다.
⇒ 부(-) 온도계수를 갖는다.
- ③ 약간의 불순물 첨가(doping)하면 저항이 감소한다.
- ④ 열 또는 빛 그리고 외부에서의 Bias에 의해 전기저항이 변하는 특이한 현상을 보인다.
- ⑤ Hall 효과 및 정류작용을 한다.



용어정리 Hall 효과

y축 방향으로 자장의 힘을 받게 되어 전자들은 위층, 밑 부분에는 양으로 대전된 도우너(Donor) N_D^+ 이온이 남게 된다. 이러한 반도체 안에 음, 양의 공간 전하 분포로 인하여 y축 방향으로 전장이 발생하게 된다. 이러한 현상을 Hall 효과라 한다.



개념확인문제

다음 반도체의 설명으로 틀린 것은?

- ① 도체와 부도체의 중간적인 성질을 갖는다.
- ② 반도체는 온도의 상승으로 저항이 감소하는 성질을 가지고 있다.
- ③ 약간의 불순물 첨가(doping)하면 저항이 증가한다.
- ④ 열 또는 빛 그리고 외부에서의 Bias에 의해 전기저항이 변하는 특이한 현상을 보인다.

정답: ③



개념확인 2

반도체의 종류

(1) 진성 반도체

IV족 원소 Ge 또는 Si의 순수결정으로 이루어진 반도체로서 전자와 정공수가 같아 페르미 레벨은 금지대 중앙에 있다.

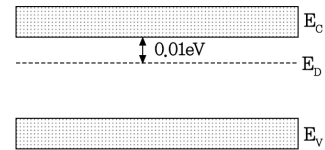
$$E_f = \frac{E_c + E_v}{2}$$

진성 반도체의 페르미 준위는 온도에 관계없이 금지대의 중앙에 있다.

(2) n형 반도체

진성 반도체에 V가 불순물 As(아세나이드, 비소), P(인), Sb(안티몬)등을 doping시킨 반도체이다.

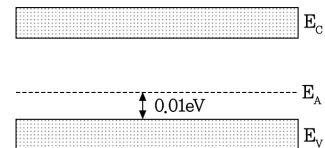
- ① 다수캐리어 : 자유전자
- ② 소수캐리어 : 정공
- ③ Donor(제공자) : 5족 원소이며 (+)이온을 갖는다.
- ④ n형 반도체의 에너지 준위는 오른쪽 그림과 같다.



(3) P형 반도체

진성 반도체에 III가 불순물 B(boron), Ga(갈륨), In(인듐) 등을 doping시킨 반도체이다.

- ① 다수캐리어 : 정공
- ② 소수캐리어 : 자유전자
- ③ Acceptor(수락자) : 3족 원소이며 (-)이온을 갖는다.
- ④ P형 반도체의 에너지 준위는 오른쪽 그림과 같다.



용어정리

- ① 도핑(doping) : 반도체에 III족, V족 원소의 불순물을 소량 첨가하여 전기적 특성을 갖게 하는 일이다.
- ② Donor : V족 원소의 불순물로서 Sb(안티몬), As(아세나이드, 비소), P(인) 등이 있다.
- ③ Acceptor : III족 원소의 불순물로서 B(boron), Al(알루미늄), In(인듐), Ga(갈륨) 등이 있다.
- ④ EHP(electronic hole pair) 현상
 - R(recombination) : 소멸의 의미
 - G(generation) : 생성의 의미
- ⑤ 페르미 준위(Fermi Level) : 절대온도 0°K에서 전자가 가질 수 있는 최대 에너지이다.

개념확인문제

다음 설명 중 잘못된 것은?

- ① 진성 반도체의 페르미 준위는 온도에 관계없이 금지대의 중앙에 있다.
- ② Donor 불순물의 종류에는 B(boron), Ga(갈륨), In(인듐) 등이 있다.
- ③ P형 반도체의 다수캐리어는 정공이고 소수캐리어는 전자이다.
- ④ Donor 준위는 전도대에 가까운곳에 위치한다.

정답: ②

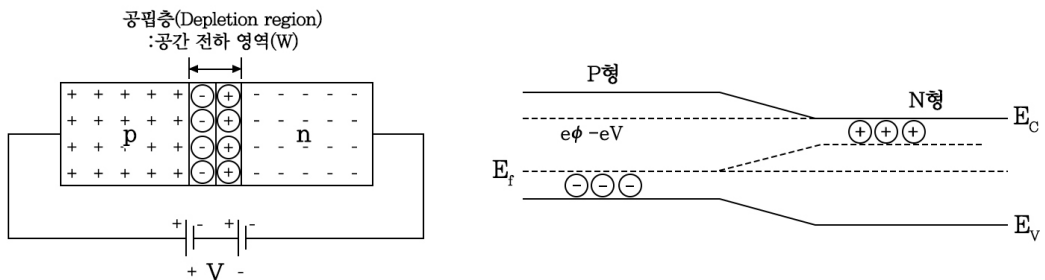
개념확인 3 PN 접합 다이오드

실질적 PN 다이오드에서 바이어스 전압 V 를 걸 때 흐르는 다이오드 전류 I 는 다음과 같다. $\Rightarrow I = I_o [e^{eV/kT} - 1]$ 단, I_o 는 역 포화 전류이다.

(1) 바이어스(bias)

① 순방향 바이어스(Forward bias)

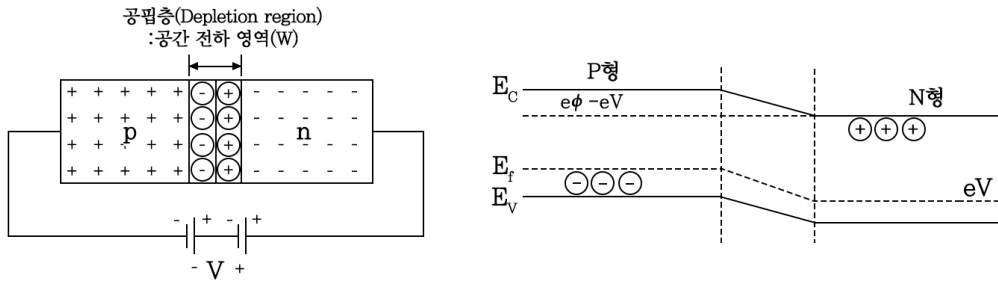
캐리어의 이동을 도와주는 방향으로 가해주는 바이어스이며, P형 쪽에 (+), N형 쪽에 (-)를 걸어준다.



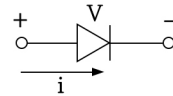
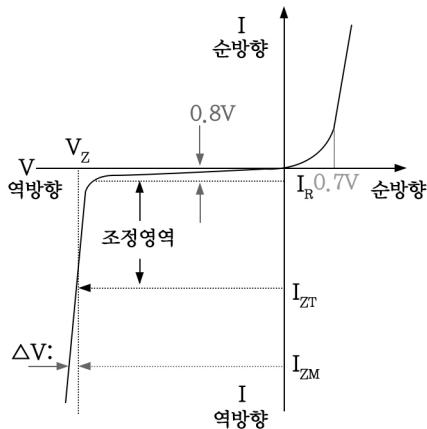
순방향 바이어스와 에너지대

② 역방향 바이어스(Reverse bias)

캐리어의 이동을 방해하는 방향으로 가해지는 바이어스이며, P형 쪽에 $(-)$, N형 쪽에는 $(+)$ 를 걸어준다.



역방향 바이어스와 에너지대



다이오드의 정특성

① 순방향 전압인가 시 전압에 따라 전류가 지수 함수적으로 증가한다.

- 다이오드의 Cutin 전압(threshold voltage) : 문턱전압(V_T)

② 역방향 전압인가 시 전압에 관계없이 일정한 역방향 전류(I_o)가 흐른다.

- 항복현상(break down) : 실제 다이오드에서 역 전압이 어떤 임계값에 달하면 전류가 갑자기 증대하기 시작하여 소자가 파괴되는 현상.
- 애벌란치 항복(Avalanche breakdown) : 전자사태
높은 에너지를 갖는 홀/전자가 충돌에 의해 제 2의 Carrier를 형성
- 제너 항복(Zener breakdown) : 고농도의 불순물 첨가시키면 공간 전하영역이 좁아지고
그렇게 되면 전자의 tunneling 현상이 일어날 수 있다.

∴ 결국, 높은 전압에서 항복을 일으키는 다이오드는 애벌런치효과를 이용한 것이고, 낮은 전압에서 항복을 일으키는 것은 제너효과를 이용한 것이다.

③ 공간전하용량(C_T) : 천이용량

$$C_T = A \sqrt{\frac{\epsilon e N_a}{2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{V_r}} \text{ (단, } V_r : \text{역방향 전압)}$$

회로 적으로 볼 때 콘덴서 역할을 한다. 이런 천이용량 때문에 트랜지스터에서 이상현상(이득감소, 주파수 불안정, 불안정한 발진 등)이 일어난다.

④ 역 포화 전류(I_o)는 온도에 민감하다.(10℃상승할 때 마다 2배씩 증가된다.)

⑤ Carrier의 이동

- 확산(diffusion) 전류 : 반도체(N형 or P형)에서는 캐리어 농도 차에 의한 캐리어의 이동으로 전류가 발생
 - 드리프트(drift) 전류 : 반도체에 전계(전압)를 가하면 캐리어가 힘을 받아 이동하여 전류가 발생
- ⇒ 열평형 상태 : 확산전류(diffusion)와 드리프트 전류(drift)의 합이 0이 될 때를 말한다.

개념확인문제

반도체 다이오드의 두 가지 바이어스(Bias) 조건으로 맞는 것은?

- | | |
|-----------|------------|
| ① 발진과 증폭 | ② 블록과 비블록 |
| ③ 유도과 비유도 | ④ 순방향과 역방향 |

정답: ④



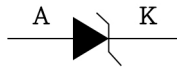
개념확인 4

제너다이오드

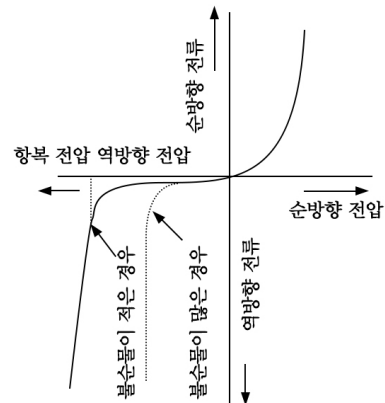
불순물의 양을 조절하여 낮은 역방향 전압에서 항복현상이 일어나도록 하여 정전압회로의 기준전압원 등으로 사용된다.

불순물의 도핑 레벨을 높이면 제너전압이 감소하게 된다.

제너다이오드의 역방향 전류는 매우 적은 양이 흐르지만 역 바이어스 전압이 제너전압 (V_Z)에 도달하게 되면 매우 큰 전류가 흐르게 되며 이 때 제너다이오드 양단의 전압은 전류에 관계없이 제너전압으로 일정하게 된다.



(a) 제너 다이오드의 기호



(b) 제너 다이오드의 특성곡선

개념확인문제

제너 다이오드에서 불순물의 도핑 레벨을 높게 했을 때 나타나는 현상으로 틀린 것은?

- ① 역방향 제너전압이 감소한다.
- ② 매우 좁은 공핍층이 형성된다.
- ③ 강한 전계가 공핍층 내부에 존재하게 된다.
- ④ 역방향 제너저항이 감소한다.

정답: ④

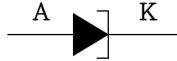


개념확인 5

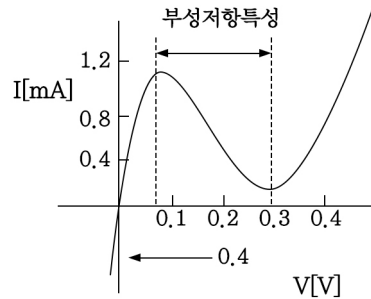
터널다이오드(Esaki diode)

(1) 터널다이오드(Esaki diode)

불순물 농도를 매우 크게 하여 공간전하 영역 폭을 줄여 Carrier의 Tunneling 현상을 이용한 다이오드이다.



(a) 제너 다이오드의 기호



(b) 제너 다이오드의 특성곡선

- ① 역 bias 상태에서 훌륭한 도체이다.
- ② 작은 순 bias 상태에서 저항은 대단히 적다
- ③ 부성저항을 나타낸다.
- ④ 응용 : 고속 스위칭 회로, 마이크로웨이브 발진기 등

(2) 배리스터(varistor : Variable resistor)

- ① 2개의 diode를 병렬 또는 직렬로 연결하여 대칭적인 특성을 갖는다.
- ② 낮은 전압에서 큰 저항을, 높은 전압에서 작은 저항을 나타낸다.
(가해진 전압에 따라 저항 값이 비 직선으로 변하는 반도체)
- ③ 응용 : 과전압 보호소자(surge 전압에 대한 회로 보호용), 통신 선로의 피뢰침(통신기 기의 불꽃 방지회로)

개념확인문제

터널 다이오드의 특성 중 옳지 않은 것은?

- ① 비교적 낮은 역방향 전압에서는 제너항복이 일어난다.
- ② 역방향 바이어스 상태에서는 훌륭한 도체가 된다.
- ③ 낮은 순방향 바이어스에서의 저항은 대단히 적다.
- ④ 순방향으로 전압을 증가해가면 전류가 감소하는 현상을 나타내기도 한다.

정답: ①



개념확인 6

배랙터 다이오드(Varactor diode)

- ① 가변용량 다이오드(배리캡 또는 배랙터 : varactor) : 전압을 역방향으로 가했을 경우에 다이오드가 가지고 있는 콘덴서 용량(접합용량)이 변화하는 것을 이용하여, 전압의 변화에 따라 발진주파수를 변화시키는 등의 용도에 사용한다. 텔레비전이나 FM 튜너의 자동동조 시스템에 사용하여, 주파수 변조나 자동 주파수 조정을 한다. (역방향의 전압을 높이면 접합용량은 작아진다)
- ② 역방향 바이어스 조건하에서 가변 캐패시터로 작용한다.



[가변용량 다이오드의 기호]

- ③ 응용 : AFC(Automatic frequency control), FM 변조회로, 동조회로 등.

$$C_T = K \cdot \frac{1}{\sqrt{V_r}}, \quad V_r : \text{역 전압}$$

개념확인문제

바이어스(Bias) 전압에 따라 정전용량이 달라지는 다이오드는?

- | | |
|----------------------|-------------------|
| ① 제너(Zener) 다이오드 | ② 포토(Photo) 다이오드 |
| ③ 바랙터(Varactor) 다이오드 | ④ 터널(Tunnel) 다이오드 |

정답: ③



개념확인 7

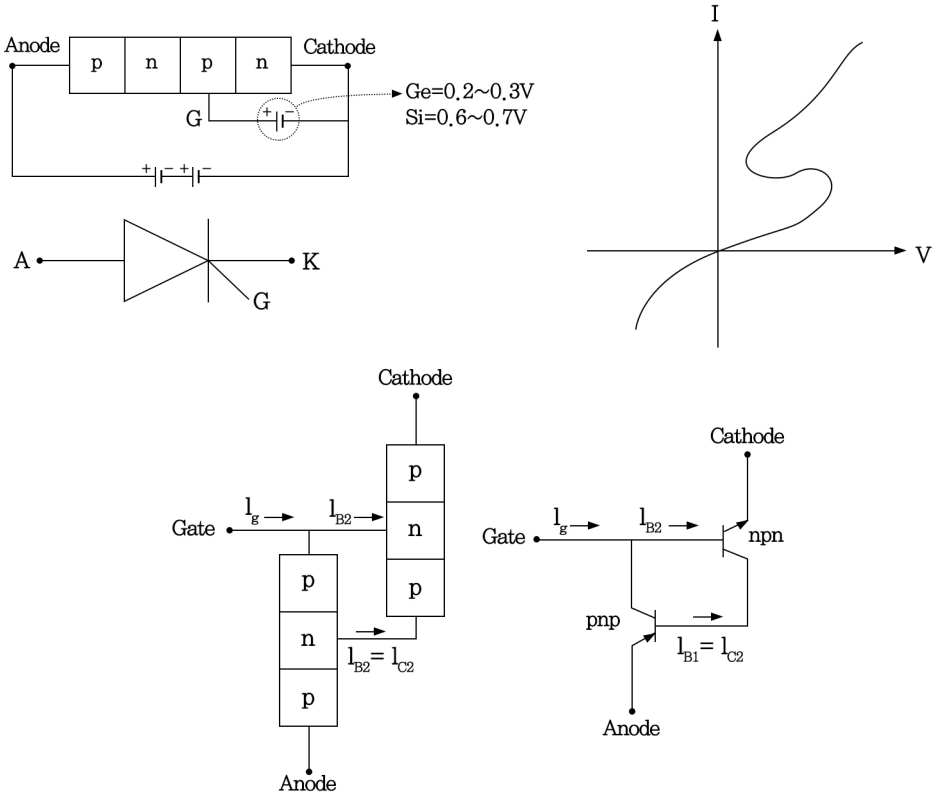
특수 다이오드

(1) SCR(Semiconductor controlled Rectifier) : 실리콘 제어 정류 소자

SCR은 하나의 트랜지스터의 base가 다른 트랜지스터의 Collector에 접속된 PNP와 NPN의 두 트랜지스터가 접속된 것이다.

참고 전류-전압 곡선

ON상태 일 때 전류를 감소시켜가며 순 전류가 어떤 임계값 이하로 내려갈 때 갑자기 OFF 상태로 옮겨간다.



(2) Thermister

온도가 상승하면 저항이 감소되는 부(－)의 온도계수를 가지므로 Carrier가 증가한다.

(3) 핀(PIN) 다이오드

PN접합부에 중성층인 진성(intrinsic)영역이 추가된 형태로 만들어진 다이오드이다. RF 스위칭용과 광통신에서 수광소자 등으로 사용된다.

(4) 건(Gunn) 다이오드

벌크 반도체로서 GaAs(갈륨비소)와 같은 N형 화합물반도체 양면에 음성 접촉 전극을 붙

이고, 직류전압을 인가하면 처음에는 전압이 증가함에 따라 전류가 직선적으로 증가하지만 다이오드 내의 평균전계가 $100[\text{V/m}]$ 에 이르면 발진이 일어나는데 이것을 이용한 마이크로파용 다이오드이다.

(5) 임펄스(IMPATT) 다이오드

사태항복(avalanche breakdown)시 발생된 캐리어의 주행과정을 이용하여 마이크로파 발진을 하도록 한 소자로 리드(Read) 다이오드라고 한다. 역전압을 가하여 전자사태를 이용한 고주파 발진이나 증폭용으로 사용된다.

(6) 쇼트키 다이오드

N형 반도체와 금속을 접합해서 만든 다이오드로 순방향 전압강하 값이 낮아 스위칭 속도가 빠르다.

개념확인문제

다음 중 다이오드의 종류에 따른 용도로 틀린 것은?

- ① PIN 다이오드 : RF 스위치용
- ② 버랙터(Varactor) 다이오드 : 전압제어 발진기용
- ③ 임펄스(IMPATT) 다이오드 : 디지털 표시 장치용
- ④ 제너다이오드 : 전압안정화 회로용

정답: ③

출제경향 1 반도체의 특징

1 다음 반도체의 설명으로 틀린 것은?

- ① 도체와 부도체의 중간적인 성질을 갖는다.
- ② 반도체는 온도의 상승으로 저항이 감소하는 성질을 가지고 있다.
- ③ 약간의 불순물 첨가(doping)하면 저항이 증가한다.
- ④ 열 또는 빛 그리고 외부에서의 Bias에 의해 전기저항이 변하는 특이한 현상을 보인다.

출제경향 2 반도체의 종류

1 다음 설명 중 잘못된 것은?

- ① 진성 반도체의 페르미 준위는 온도에 관계없이 금지대의 중앙에 있다.
- ② Donor 불순물의 종류에는 B(boron), Ga(갈륨), In(인듐) 등이 있다.
- ③ P형 반도체의 다수캐리어는 정공이고 소수캐리어는 전자이다.
- ④ Donor 준위는 전도대에 가까운곳에 위치한다.

출제경향 3 PN 접합 다이오드

1 반도체 다이오드의 두 가지 바이어스(Bias) 조건으로 맞는 것은?

- ① 발진과 증폭 ② 블록과 비블록
- ③ 유도과 비유도 ④ 순방향과 역방향

출제경향 4 제너다이오드

1 제너 다이오드에서 불순물의 도핑 레벨을 높게 했을 때 나타나는 현상으로 틀린 것은?

- ① 역방향 제너전압이 감소한다.
- ② 매우 좁은 공핍층이 형성된다.
- ③ 강한 전계가 공핍층 내부에 존재하게 된다.
- ④ 역방향 제너저항이 감소한다.

해설

제너 다이오드

- 불순물의 양을 조절하여 낮은 역방향 전압에서 항복현상이 일어나도록 하여 정전압회로의 기준전압원 등으로 사용된다.
- 불순물의 도핑 레벨을 높이면 제너전압이 감소하게 된다.

2 다음 중 제너 다이오드에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 순방향 바이어스 동작은 일반적인 다이오드 특성과 동일하다.
- ② 역방향 바이어스 영역에서도 안정된 동작을 할 수 있다.
- ③ 특정한 항복전압을 갖는다.
- ④ 온도에 따른 항복전압의 변화가 없다.

3 제너 다이오드는 어떤 영역에서 동작이 최적화된 다이오드 인가?

- ① 항복영역 ② 포화영역
- ③ 차단영역 ④ 컷 오프영역

출제경향 5 터널다이오드

1 터널 다이오드의 특성 중 옳지 않은 것은?

- ① 비교적 낮은 역방향 전압에서는 제너항복이 일어난다.
- ② 역방향 바이어스 상태에서는 훌륭한 도체가 된다.
- ③ 낮은 순방향 바이어스에서의 저항은 대단히 적다.
- ④ 순방향으로 전압을 증가해가면 전류가 감소하는 현상을 나타내기도 한다.

출제경향 6 배랙터 다이오드

1 바이어스(Bias) 전압에 따라 정전용량이 달라지는 다이오드는?

- ① 제너(Zener) 다이오드
- ② 포토(Photo) 다이오드
- ③ 바랙터(Varactor) 다이오드
- ④ 터널(Tunnel) 다이오드

출제경향 7 특수 다이오드

1 다음 중 다이오드의 종류에 따른 용도로 틀린 것은?

- ① PIN 다이오드 : RF 스위치용
- ② 버랙터(Varactor) 다이오드 : 전압제어 발진기용
- ③ 임팻(IMPATT) 다이오드 : 디지털 표시 장치용

- ④ 제너다이오드 : 전압안정화 회로용

해설

- ① PIN 다이오드 : RF 스위치용
- ② 버랙터(Varactor) 다이오드 : 전압제어 발진기용
- ③ 임팻(IMPATT) 다이오드 : 역전압을 가하여 전자사태를 이용한 고주파 발진이나 증폭용
- ④ 제너다이오드 : 전압안정화 회로용

2 P형과 N형 사이에 샌드위치 형태의 특별한 반도체층인 진성층을 갖고 있으며, 이 층이 다이오드의 커패시턴스를 감소시켜 일반적인 다이오드보다 고주파에서 동작하며, RF 스위칭용으로 사용되는 다이오드는?

- ① 핀(PIN) 다이오드
- ② 건(Gunn) 다이오드
- ③ 임팻(IMPATT) 다이오드
- ④ 터널(Tunnel) 다이오드

해설

- ① 핀(PIN) 다이오드
PN접합부에 증성층인 진성(intrinsic)영역이 추가된 형태로 만들어진 다이오드이다. RF 스위칭용과 광통신에서 수광소자 등으로 사용된다.
- ② 건(Gunn) 다이오드
벌크 반도체로서 GaAs(갈륨비소)와 같은 N형 화합물반도체 양면에 옴성 접촉 전극을 붙이고, 직류전압을 인가하면 처음에는 전압이 증가함에 따라 전류가 직선적으로 증가하지만 다이오드 내의 평균전계가 100[V/m]에 이르면 발진이 일어나는데 이것을 이용한 마이크로파용 다이오드이다.
- ③ 임팻(IMPATT) 다이오드
사태항복(avalanche breakdown)시 발생한 캐리어의 주행과정을 이용하여 마이크로파 발진을 하도록 한 소자로 리드(Read) 다이오드라고 한다.

④ 터널(Tunnel) 다이오드

다이오드의 불순물 농도를 높이면 공간전하 영역의 폭이 좁아져 터널효과를 일으키는데 이 때 발생하는 부정저항특성을 응용한 PN 접합 다이오드이다. 일명 예사키(Esaki) 다이오드라고 한다.

3 TTL 게이트에서 스위칭 속도를 높이기 위해 사용되는 다이오드는?

- ① 바랙터 다이오드 ② 제너 다이오드
③ 쇼트키 다이오드 ④ 정류 다이오드

해설

쇼트키 다이오드는 N형 반도체와 금속을 접합해서 만든 다이오드로 순방향 전압강하 값이 낮아 스위칭 속도가 빠르다.



1 Ge 다이오드와 Si 다이오드를 비교한 내용으로 틀린 것은?

- ① 진성재료로서 Ge이 Si보다 $1[\text{cm}^2]$ 당 유전자의 개수가 적다.
- ② Si 다이오드에 대한 정격전압은 약 $1,000[\text{V}]$ 이고 Ge 다이오드에 대한 정격전압은 약 $400[\text{V}]$ 이다.
- ③ Si 다이오드는 온도정격은 약 $200[^\circ\text{C}]$ 이고 Ge 다이오드의 온도정격은 약 $100[^\circ\text{C}]$ 이다.
- ④ Si 다이오드의 문턱전압은 $0.7[\text{V}]$ 이고 Ge 다이오드인 경우는 $0.3[\text{V}]$ 이다.

2 반도체 다이오드의 두 가지 바이어스(Bias) 조건으로 맞는 것은?

- ① 발진과 증폭
- ② 블록과 비블록
- ③ 유도와 비유도
- ④ 순방향과 역방향

3 아날로그 저항계의 (+) 리드를 다이오드의 캐소드(cathode) 단자에, (-) 리드를 애노드(anode) 단자에 접속하면 저항계에 표시되는 저항 값은?

- ① 매우 적다.
- ② 대단히 크거나 개방된다.
- ③ 처음에는 높다가 $100[\Omega]$ 정도로 감소한다.
- ④ 점차적으로 증가한다.

4 다음 중 제너 다이오드에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 순방향 바이어스 동작은 일반적인 다이오드 특성과 동일하다.
- ② 역방향 바이어스 영역에서도 안정된 동작을 할 수 있다.
- ③ 특정한 항복전압을 갖는다.
- ④ 온도에 따른 항복전압의 변화가 없다.

5 제너다이오드에서 불순물의 도핑 레벨을 높게 했을 때 나타나는 현상으로 틀린 것은?

- ① 역방향 제너전압이 감소한다.
- ② 매우 좁은 공핍층이 형성된다.
- ③ 강한 전계가 공핍층 내부에 존재하게 된다.
- ④ 역방향 제너저항이 감소한다.

6 제너 다이오드는 어떤 영역에서 동작이 최적화된 다이오드 인가?

- ① 항복영역 ② 포화영역
- ③ 차단영역 ④ 컷 오프영역

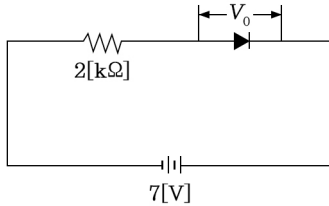
7 제너 다이오드의 항복전압이 $10[\text{V}]$, 내부 저항이 $8.5[\Omega]$ 이다. 제너전류가 $20[\text{mA}]$ 일 때 부하전압은 얼마인가?

- ① $10.11[\text{V}]$ ② $10.13[\text{V}]$
- ③ $10.15[\text{V}]$ ④ $10.17[\text{V}]$

- 8 제너다이오드 정전압 회로에서 최대 부하전류가 20[mA]이고 제너전압이 5[V]일 때, 제너 항복이 일어날 수 있는 최소 부하저항은 얼마인가?

① 2.5[Ω] ② 25[Ω]
③ 250[Ω] ④ 2,500[Ω]

- 9 다음 그림과 같이 2[kΩ]의 저항과 실리콘(Si)다이오드의 직렬 회로에서 양단의 전압 크기는 얼마인가?

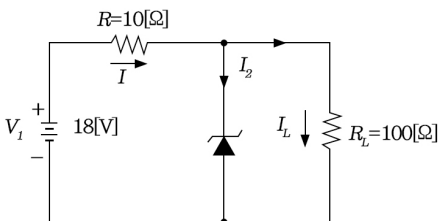


① 0[V] ② 1[V]
③ 5[V] ④ 7[V]

- 10 제너다이오드에서 제너전압이 10[V], 전력이 5[W]인 경우 최대전류의 크기는?

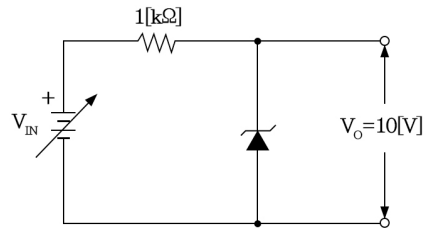
① 0.05[A] ② 0.5[A]
③ 0.05[mA] ④ 0.5[mA]

- 11 다음 회로에서 제너 다이오드에 흐르는 전류는? (단, 제너 다이오드의 파괴전압은 10[V]이다.)



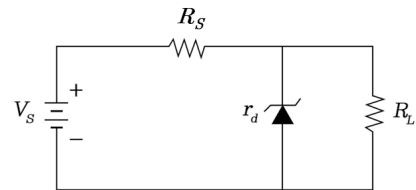
① 0.5[A] ② 0.7[A]
③ 1.0[A] ④ 1.7[A]

- 12 다음 그림은 출력이 10[V]로 유지할 수 있도록 설계된 제너 다이오드 정전압 회로이다. 제너 전류가 최소(I_{ZK}) 4[mA], 최대(I_{ZM}) 40[mA]일 때, 이들 전류에 대한 최소 입력전압은?



① 10[V] ② 14[V]
③ 1.0[V] ④ 1.4[V]

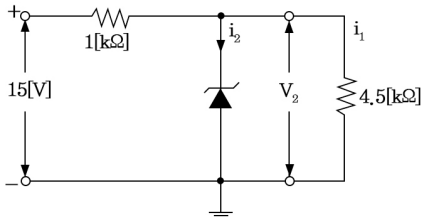
- 13 다음 그림의 정전압 다이오드 회로에서 입력이 $\pm 2[V]$ 변화할 때, 출력전압의 변화는? (단, 제너 다이오드의 내부저항은 $r_d = 4[\Omega]$, 저항은 $R_s = 200[\Omega]$ 이다.)



① $\pm 10[mV]$ ② $\pm 20[mV]$
③ $\pm 30[mV]$ ④ $\pm 40[mV]$



- 14 다음 정전압 회로에는 I_Z 는 얼마인가? (단, 제너전압(V_Z)은 9[V]이다.)



- ① 3[mA] ② 2[mA]
③ 5[mA] ④ 4[mA]

- 15 TTL 게이트에서 스위칭 속도를 높이기 위해 사용되는 다이오드는?

- ① 바랙터 다이오드 ② 제너 다이오드
③ 쇼트키 다이오드 ④ 정류 다이오드

- 16 다음 중 정류회로에서 다이오드를 병렬로 여러 개 접속시킬 경우에 나타나는 특성으로 옳은 것은?

- ① 과전압으로부터 보호할 수 있다.
② 정류회로의 전류용량이 커진다.
③ 정류기의 역방향 전류가 감소한다.
④ 부하출력에서 맥동률을 감소시킬 수 있다.

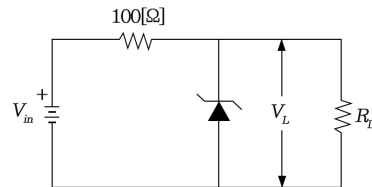
해설

- ① 다이오드 여러 개를 병렬로 연결하면 다이오드를 통해 정류되는 전류를 증대시킬 수 있다. 반대로 과전류가 흐를 때 여러 개의 다이오드를 병렬로 연결하면 흐르는 전류를 각 다이오드에 분배하여 흐르게 하여 과전류로부터 회로를 보호할 수 있다.
② 다이오드 여러 개를 직렬로 연결하면 각 다이오드의 역내전압을 합한 만큼의 높은 전압까지 사용이 가능하여 과전압으로부터 회로를 보호할 수 있다.

- 17 전원공급기를 처음 켜를 때 발생할 수 있는 서지전류로 인하여 발생하는 손상은 어떤 방법으로 막는 것이 바람직한가?

- ① 여러 개의 다이오드를 병렬로 연결하고 이들 각 다이오드와 직렬로 낮은 값의 저항을 연결한다.
② 여러 개의 다이오드를 직렬로 연결한다.
③ 여러 개의 다이오드를 직렬로 연결하고 마지막 다이오드에 낮은 값의 커패시터를 연결한다.
④ 변압기의 1차 측에 퓨즈를 직렬로 연결한다.

- 18 다음과 같은 정전압 회로에서 입력전압 V_{in} 이 15[V]~18[V]의 범위로 변동하는 경우 제너다이오드 전류 I_D 의 변화는 얼마인가?(단, $R_L = 1[k\Omega]$, $V_L = 10[V]$ 이다.)



- ① 20~50[mA] ② 30~60[mA]
③ 40~60[mA] ④ 40~70[mA]

해설

제너다이오드에 흐르는 전류(I_D)는 $100[\Omega]$ 에 흐르는 전류를 I , R_L 에 흐르는 전류를 I_L 라 했을 때 $I_D = I - I_L = \frac{V_{in} - V_L}{100[\Omega]} - \frac{V_L}{R_L}$ 가 된다.

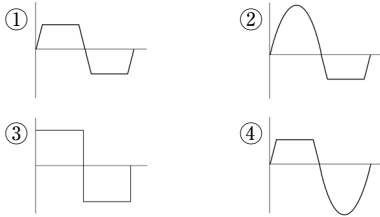
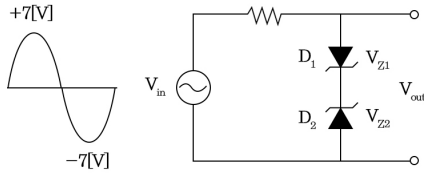
- ① $V_{in} = 15[V]$ 일 때,

$$I_D = \frac{15 - 10}{100} - \frac{10}{1 \times 10^3} = 40[\text{mA}]$$

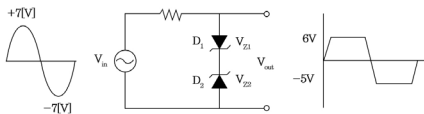
- ② $V_{in} = 18[V]$ 일 때,

$$I_D = \frac{18 - 10}{100} - \frac{10}{1 \times 10^3} = 70[\text{mA}]$$

- 19 다음 그림과 같이 회로에 정현파가 인가됐을 때 나타내는 출력파형은? (단, 다이오드 D_1 의 항복전압은 $V_{Z1} = 5[V]$, D_2 의 항복전압은 $V_{Z2} = 6[V]$ 이고, 각 다이오드는 이상적이라고 가정한다.)

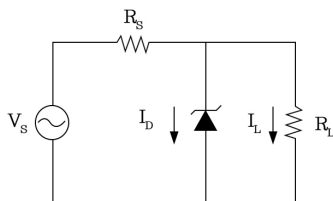


해설



- (+)반주기동안 : D_1 : 순방향, D_2 : 역방향
 $\rightarrow V_{Z1} = 0[V], V_{Z2} = 6[V]$,
 (+)반주기동안은 최대 $6[V]$ 로 제한된다.
- (-)반주기동안 : D_1 : 역방향, D_2 : 순방향
 $\rightarrow V_{Z1} = 5[V], V_{Z2} = 0[V]$,
 (-)반주기동안은 아래로 최대 $-5[V]$ 로 제한된다.

- 20 다음 회로에서 제너다이오드의 특성으로 옳은 것은? (단, V_s 는 제너다이오드의 동작을 위한 정격전압보다 크다.)



- ① 일정한 신호를 증폭시킨다.
- ② 사용하기 적당한 교류전압으로 변환한다.
- ③ 리플 성분을 제거시킨다.
- ④ 일정한 직류 출력전압을 제공한다.

해설

V_Z 를 제너다이오드의 항복전압이라 할 때 $V_s > V_Z$ 의 변동에 관계없이 제너다이오드는 R_L 에 일정한 출력전압($V_o = V_Z$)을 유지하는데 사용된다.