

Wireless Power Consortium(WPC)

(Sealed, Shielded, IP67, 800W)

RX 무선전원장치 제작



DMY: 2025 . 07 . 04

제조 (주)스페이스원
SpaceOne CO.,Ltd

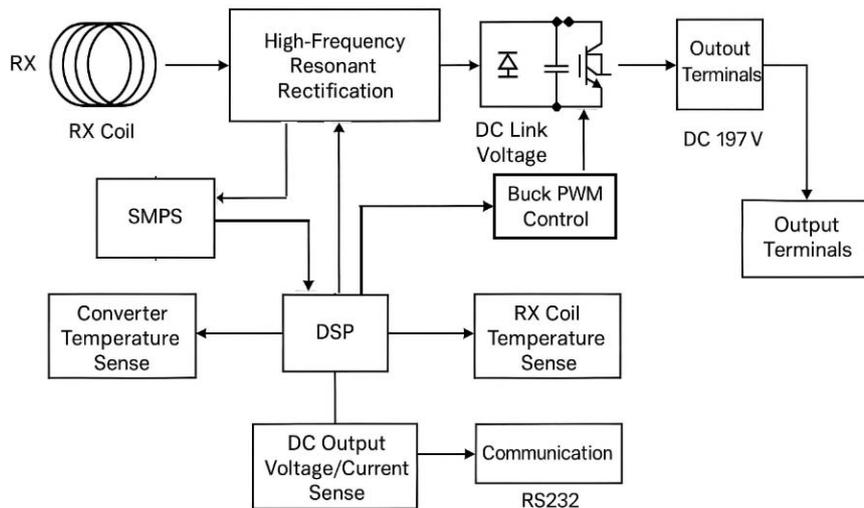
1. 개요

무선전력 제어장치 구성으로는 송신발전(TX)용 전력제어장치와 수신(RX)용 고주파정류회로 DC-DC컨버터 전원공급 장치 배터리 충전출력 단을 갖추고 있다.

2. 수신부 전원장치

수신부 전원장치는 아래 그림 과같이 구성되어있다

2-1. 블록 구성도



Wireless Power RX Power Supply

3. Wireless Power RX Power Supply 시스템핵심특징 설명

3-1. 전력 변환 체인

RX 코일 — 자기장을 고주파 전력(100 kHz ~ 수 MHz)으로 수신

고주파 공진 정류기 — 고효율 AC→DC 변환

DC Link — ≈ 197 V 중간 전압 버퍼링으로 에너지 안정화

Interleaved Buck (PWM) — 2상 180° 구동으로 리플 최소화·정밀 전압/전류 제어

3-2. 지능형 제어

DSP — 실시간 신호처리·최적 듀티 제어·다중 보호 로직

NTC 온도 센서 — 컨버터 과열 실시간 감시

SMPS — 24 V / 5 V / 3.3V 보조 전원, 저전압 감시·재시동 지원

3-3. 모니터링 & 통신

전압·전류 센싱 — 출력 상태 실시간 피드백

RS-232 — [STX][20 B 데이터][CRC16][ETX] 패킷, 100 ms 주기

다중 보호 회로 — OVP / OCP / OTP / FOD 지원

3-4. 혁신적 설계 가치

산업·의료 등 미션-크리티컬 응용을 위한 197 V 정밀 전원 공급, IP-급 하우징·DSP 기반 안전 알고리즘으로 고신뢰성·고효율 무선 전력 수신 솔루션 제공

4. 동작 설명 (Operation Description)

4-1. 기동(Startup) 단계

단 계	설 명
① 코일 결합	TX-RX 공진 주파수 일치 → RX 코일 고주파 수신
② 공진 정류	코일-다이오드 네트워크로 AC→DC, DC Link 커패시터 충전
③ SMPS 기동	VDC-Link $\geq \approx 197$ V → SMPS ON → DSP / Gate 드라이버 전원 공급
④ DSP 부팅&자가진단	센서 점검 후 이상 無 → Buck 컨버터 소프트-스타트

4-2. 정상 동작 (Normal Operation)

흐름	세부내용
PWM 제어	DSP가 Buck 2상을 180° 위상차로 구동 → 전류 리플 최소화
전압·전류 루프	- VOUT = 197 V 정전압 - IOUT 정전류 / 과전류 보호
열 관리	- Converter NTC > 90 °C → 단계적 출력 제한·차단 - Coil NTC > 85 °C → TX 측 FOD 신호 / 내부 감쇠
SMPS 유지	FB 저전압 감지 시 재시동·셋다운
통신 프레임	100 ms 주기 RS-232 전송, 실시간 V/I/T + Fault 코드

4-3. 보호 / Fault 처리

보호 항목	트리거 조건	DSP 조치
OVP (DC Link)	VDC < 200 V	Buck 정지·정류 차단
OCP (출력)	IOUT > 정격×110 %	듀티 최소화 → 지속 시 셋다운
OTP (컨버터)	Converter NTC > 90 °C	단계적 제한 → 100 °C 차단
Coil OTP	Coil NTC > 85 °C	FOD 신호 전송 / 감쇠
통신 Fail	CRC 오류 5회 연속	경고 플래그·로컬 로그

4-4. 재시동 & 펌웨어 업데이트

재시동 — Fault 해제 후 전원 재인가

4-5. 운용 요약

무선전력입력→고주파 정류→DC Link→Interleaved Buck→197 V 정전압·정전류 출력
DSP가 전력 제어·센싱·RS-232 통신을 통합 관리하며, NTC / V / I / CRC16

다중 보호로 고신뢰성 확보

5. 혁신적인 설계

이 시스템은 단순한 무선충전을 넘어서 **산업용 수준의 정밀 전력 공급**을 실현합니다. 특히 197V라는 특정 고전압 출력은 방산장비, 의료기기, 이동로봇 또는 전문 장비용으로 설계 다층 보호 및 모니터링 시스템으로 **미션 크리티컬한 응용**에도 가능.

6. Wireless Power RX Module (Sealed, Shielded, IP67, 800W)

6-1. 구성요소 기반 상세 명칭 구성

No	구성 요소 명칭	영문 명칭	설 명
1	바디하우징 (ABS)	Bottom Housing / Main Body (ABS Enclosure)	내부 구성품 수용, 페라이트/코일 고정용 구조 포함
2	수신 코일	RX Litz Coil	고주파 전력 수신용 권선 코일
3	페라이트 시트	Ferrite Plate / Sheet	자속 집중 및 자속 누설 방지
4	EMI 차폐 필름	EMI Shielding Film / Foil	전자파 차폐용 금속 도전성 시트
5	방열패드 (선택사항)	Thermal Pad (optional)	발열 대응용 전도성 실리콘 패드
6	NTC 온도센서 NTC사양:10kΩ@25°C	NTC Thermistor Sensor	내부 발열 감지를 위한 온도 감지 센서 (주로 코일 근점 부착)
7	수신 코일패드 전선		내열전선 연결

6-2. 참고사항

IP67 등급을 확보하려면 커버+오링+볼트 체결 시 **토크 규격 준수 및 실링 상태 확인** 이 중요합니다.

인서트 너트는 **초음파 삽입 또는 금형 내장형**으로 제작됩니다.

EMI 필름은 **페라이트 뒤쪽 또는 바디 내부**에 부착됩니다.

6-3. 자재리스트

No	명 칭	규 격	설 명
1	바디 하우징 (ABS Enclosure)		NC 가공
2	수신 RX Litz Coil		코일구매
3	Ferrite Plate / Sheet	pm12(토다머티리얼즈)	구매품 4x5 20EA
4	EMI 차폐 포일필름	테이프타입	AL 포일타입
5	NTC 온도센서 사양:10kΩ@25°C	볼트고정식	구매품

7. Wireless Power RX Module 품질검사 기준서

(QC Inspection Standard)

7-1. 외관 검사 (Visual Inspection)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
하우징 외관	균열, 기스, 변형 없음	육안 검사	이상 없을 것
코일 와인딩상태	고르게 체결, 이격없음	육안 검사	돌출부위 확인
전선연결 상태	이탈, 꼬임 없음	육안 검사	완전 절연 상태
패라이트볼임상태	탈착 혹은 EMI테이프 볼임	육안	균일 도포 및 누락 없음

7-2. 치수 검사 (Dimensional Inspection)

항 목	기 준	검 사 방 법	허 용 공 차
전체 외형 치수	제품 도면 기준	버니어 캘리퍼스	±0.2mm
커버-바디 체결 위치 정렬	이격 또는 엇갈림 없음	측정 게이지	±0.1mm

7-3. 전기적 검사 (Electrical Test)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
RX 코일 인덕턴스	사양 범위 (예: 6.0~8.0μH)	LCR Meter @100kHz	범위 내
코일 직류저항(DCR)	사양 범위 (예: < 300mΩ)	Micro Ohmmeter	범위 내

7-4. EMI 차폐 검사 (EMI Shielding Test)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
EMI 차폐 필름 부착	정위치 부착, 밀착 상태	육안 검사 / 분해	탈락·이탈 없음
차폐 성능 (옵션)	13.56MHz 등에서 차폐 확인(방사)	EMI 스캐너 / 스펙트럼 분석기	기준 이하 전파 누설

7-5. 구조 신뢰성 검사 (Structural Reliability)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
볼트 체결 토크	M5 기준: 2.5 ~1.0Nm	토크 렌치	규격 범위 내
인서트 너트 고정력	풀림·회전 없음	체결-분해 반복 시험	10회 반복 후 이상 없음
오링 반복 방수	5회 체결 후 방수 유지	반복 침수 테스트	누수 없음

7-7. 최종 종합 판정

구 분	합 격 기 준
전수 검사 항목	외관, 방수, 전기검사 모두 적합 시 합격
샘플 검사 항목	EMI/내열 등은 LOT당 샘플 검사 진행
불량 처리	항목 불합격 시 전량 재검 또는 보완조치 후 재검

8. 전기시험·검사 (QC)(협약후)

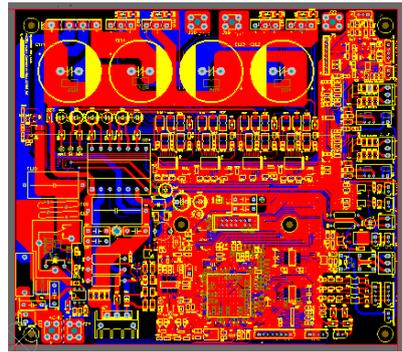
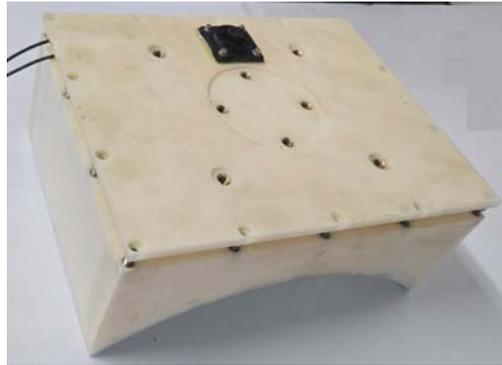
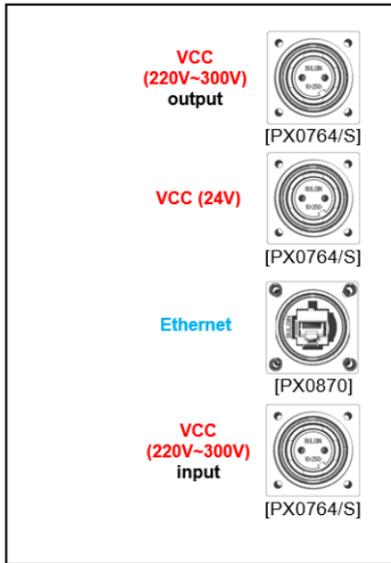
구분	항목	기준	장비
△ 외관	굽힘·변형 無	육안·조도 1000 lx	관능
△ PCB조립	M3 지지대(폴림방지 너트)	디지털 토크렌치	
△ 절연저항	100 MΩ↑ @500 VDC	절연저항계	
△ 기능	무부하 전압 보호	DC 전력계	
△ 정격시험	800 W, 20 min	DC 로드 195V / 4 A	부하저항
△ 효율	$\eta \geq 90 \%$ (단독)	입력=220V, 출력=800W	
△ 통신	100 ms 주기 프레임, CRC OK	RS-232 GUI	PC모니터
★ IP67	1 m/30 min 침수 → 기능 정상	침수 챔버	요구시
★ 열충격	-20 → +80 °C 3 cycle	Thermal Chamber	요구시
★ 과열	40°C, 100 % 부하 2 h	항온항습기	자체

8. RX회로 주요부품 자재리스트

번호	부품명칭	규격	수량	
정류회로	1	공진 고주파 정류 PCB	Φ150mm	1
	2	DIODE	1200V 20A	4
	3	공진콘덴서	4.7nF	4
	4	HEAT SINK	20mm*130mm	1
	5	정류콘덴서	22uF 700V	2
	6	HIGH VOLTAGE 센스	절연형	1
	7	SMPS	24V/5V/3.3V	1
DC 컨트롤러	8	DC VOLT CONTROL PCB	Φ150mm	1
	9	정류콘덴서	22uF 700V	2
	10	DSP 제어보드 SET	DSP320F	1
	11	GATE DRIVE SET	UCC21759	1
	12	HIGH VOLTAGE 센스	절연형	1
	13	HIGH 전류 센스	절연형	1
	14	초크코일	페라이트타입	1
	15	단자대		1
	16	HEAT SINK	20mm*130mm	1
	17	상하연결콘넥터	히로세 HEAD PIN	1
	18	지지대	M3*14mm (pvc)	4
	19	지지대	M3*65mm (pvc)	4

TX 무선전원장치 제작

송신부 케이스



1. 적용 범위 (Scope)

이 문서는 800 W급 TX 무선전력 송신 전원장치(이하 TX PSU)의 기구·전기 조립, 펌웨어 다운로드, 기능 시험, 최종 포장까지 전 제작 공정을 규정한다.

2. 기준 자료 (Reference)

문서/자료	버 전	비 고
TX 블록 다이어그램 PNG	2025-07-04	그림 1
부품 도면 세트 (DXF/STEP)	최신	하우징, 히트싱크
PCB Gerber & BOM	Rev A	DC-Buck, H-Bridge
QC 검사표 (TX-QC-001)	Rev A	8 장 참고

3. 시스템 개요

입력전원 DC650V → DC Buck Converter → DC-Link(≈ 100~220V) → MOSFET
H-Bridge → 공진 콘덴서 → TX 코일

DSP가 PWM 로직을 제어하며, 센서(Vin·Vres·Iout·Theat) 피드백과 RS-232 통신을 수행.

4. 주요 부품 & 소모품

번	품명	규격	Qty	공급사
1	하우징 상/하	ABS, IP65	1 set	NC가공
2	DC-Buck PCB	210mm * 160mm	1	메인 PCB
3	공진콘덴서 PCB	100 mm * 60mm	1	콘덴서 PCB
4	MOSFET	1200 V / 40 A, TO-247	4	구매품
5	공진 콘덴서	22 nF / 700VAC	8	CDE
6	DSP 보드	TMS320F28335	1	사내
7	SMPS	24V/5 V/3.3 V 30 W	1	사내
8	센서	Vin, Vout, Iout, NTC(열)	각 1	사내
9	히트싱크	Al 20×130 mm	2	사내 압출
10	실링재	RTV 실리콘	-	Dow 3145
11	체결 볼트	M5×20 SUS, 토크 1.5 N·m	6	구매품
12	오링	O-Ring Seal	1	구매품
13	수신 코일	RX Litz Coil	1	구매품
14	Ferrite Plate / Sheet	pm12(토다머티리얼즈)	4x6 24EA	구매품
15	EMI 차폐 필름	EMI Shielding Film / Foil	1M	구매품
17	NTC 온도센서 NTC사양:10kΩ@25°C	NTC Thermistor Sensor	2	구매품
18	방수 커넥터	Waterproof Connector (e.g. M12 type)	1	구매품
19	실링 접착제 (선택사항)	Waterproof Sealant / Epoxy (optional)	1	구매품

5. 공구 및 장비

ESD 작업대, 손목밴드

토크 드라이버: 0.5 ~ 5 N·m

리플로우 / 웨이브 납땀기 (Pb-Free 프로파일), 진공 디스펜서 (RTV)

전력 로드뱅크 1 kW, DC 600V

절연저항계, LCR Meter (100 kHz)

열충격/침수 챔버 (IP67) (공인시험기관외 가능)

RS-232 어댑터 & 테스트 GUI

6. Wireless Power TX Module

6-1. 구성요소 기반 상세 명칭 구성

No	구성 요소 명칭	영문 명칭	설 명
1	상부 커버 (ABS)	Top Cover (ABS Enclosure)	외부 충격 보호 및 방수 구조의 윗면, IP67 등급 가능
2	오링	O-Ring Seal	방수 밀폐를 위한 고무 실링 부품
3	M5 육각 렌치 볼트	M5 Hex Socket Head Bolt	커버 고정용 나사, 방수 토크 기준 적용
4	너트 인서트 (브래스)	M5 Brass Threaded Insert	하우징 내장형 너트로 반복 체결에 유리
5	하부(바디)하우징 (ABS)	Bottom Housing / Main Body (ABS Enclosure)	내부 구성품 수용, 페라이트/코일 고정용 구조 포함
6	수신 코일	TX Litz Coil	고주파 전력 수신용 권선 코일
7	페라이트 시트	Ferrite Plate / Sheet	자속 집중 및 자속 누설 방지
8	EMI 차폐 필름	EMI Shielding Film / Foil	전자파 차폐용 금속 도전성 시트
9	방열패드 (선택사항)	Thermal Pad (optional)	발열 대응용 전도성 실리콘 패드
10	NTC 온도센서 NTC사양:10kΩ@25°C	NTC Thermistor Sensor	내부 발열 감지를 위한 온도 감지 센서 (주로 코일 근접 부착)
11	방수 커넥터	Waterproof Connector (e.g. M12 type)	외부 출력 신호 연결 및 방수 처리
12	실링 접착제 (선택사항)	Waterproof Sealant / Epoxy (optional)	커넥터나 외함 틈새 추가 방수용 실링 처리

6-2. 참고사항

IP67 등급을 확보하려면 커버+오링+볼트 체결 시 **토크 규격 준수 및 실링 상태 확인**
 인서트 너트는 **초음파 삽입 또는 금형 내장형**으로 제작
 EMI 필름은 **페라이트 뒤쪽 또는 바디 내부**에 부착

7. 제작 공정 (Process Flow)

7-1. 기구 가공

ABS 하우징 CNC 가공 → 버 Burr 제거

M5 Brass 인서트 초음파 삽입 (180 °C ±10 °C, 3 s)

오링 홈·커버 탭 최종 치수 확인 (±0.1 mm)

7-2. PCB SMT & 전력 부품 삽입

단계	작업	주요 관리 포인트
#1	SMT → 리플로우	Peak 245 °C, ΔT<4 °C
#2	MOSFET·콘덴서 수납 → 웨이브	납땀 후 X-Ray/관통홀 검사
#3	PCB 세척 & 수분 ≤ 200 ppm	DI Water + IPA

7-3. 하위 모듈 조립

Buck PCB 를 히트싱크에 TIM(0.5 mm) 도포 후 M3 × 10 SUS 1 N·m 고정

H-Bridge PCB 동일 방식으로 조립

SMPS, DSP 보드, PWM 드라이버 를 온보드 장착

내부 배선 : TX 코일 ↔ 공진 C ↔ H-Bridge 순, 실리콘 피복선 18 AWG 이상

센서 배선 : Vin(T-IPM), Vres(BNC), Iout(Hall), NTC(PTFE 26 AWG)

7-4. 하우징 인클로저

배선 완료 후, 내부 사전에 RTV 실링 → 30 분 지그 고정

오링 위치 확인, 상부 커버 안착 후 M5 × 20 볼트 1.5 N·m 교차 체결

RS-232, 전원 터미널, TX코일 컨넥터 그랜드-너트 0.8 N·m → RTV 마감

7-5. 펌웨어 다운로드

J-TAG 연결 → bootloader_v1.3 구동

TX_FW_A123.bin 전송 (115 k, 8-N-1) → CRC16 확인

재부팅 후 GUI에서 Version 체크 및 기능검사

8. 전기시험·검사 (QC)

구분	항목	기준	장비
△ 외관	굽힘·변형 無	육안·조도 1000 lx	관능
△ 토크	M5 1.3 ~ 1.7 N·m	디지털 토크렌치	
△ 절연저항	100 MΩ↑ @500 VDC	절연저항계	
△ 기능	무부하 소비전력 <20 W	DC 전력계	
△ 정격시험	800 W, 20 min	DC 로드 650V/2 A	부하저항
△ 효율	$\eta \geq 88 \%$	입력=650V, 출력=800W	
△ 통신	100 ms 주기 프레임, CRC OK	RS-232 GUI	PC모니터
★ IP67	1 m/30 min 침수 → 기능 정상	침수 챔버	요구시
★ 열충격	-20 → +80 °C 3 cycle	Thermal Chamber	요구시
★ 과열시험	40°C, 100 % 부하 2 h	항온항습기	자체

△: 전수검사 / ●: LOT 샘플 AQL 0.65 / ★: 개발-1회 & 신뢰성 Lot

9. Wireless Power TX Module 품질검사 기준서 (QC Inspection Standard)

9-1. 외관 검사 (Visual Inspection)

항목	기준	검사 방법	판정 기준
커버 및 하우징 외관	균열, 기스, 변형 없음	육안 검사	이상 없을 것
볼트 체결 상태	고르게 체결, 이격 없음	토크 게이지 / 육안	지정 토크값 유지
오링 장착 상태	이탈, 꼬임 없음	육안 / 분해 검사	완전 밀착 상태
접착제 도포 상태 (옵션)	누락, 과도한 도포 없음	육안	균일 도포 및 누락 없음

9-2. 치수 검사 (Dimensional Inspection)

항목	기준	검사 방법	허용 공차
전체 외형 치수	제품 도면 기준	버니어 캘리퍼스	±0.2mm
커버-바디 체결 위치 정렬	이격 또는 엇갈림 없음	측정 게이지	±0.1mm

9-3. 방수 검사 (Waterproof Test) (전문기관 의뢰 가능)

항목	기준	검사 방법	판정 기준
IP67 방수 성능	1m 수심, 30분 이상 침수	침수 후 건조 → 절연저항 측정	절연저항 10MΩ 이상 유지 내부 누수 흔적 없음

9-4. 전기적 검사 (Electrical Test)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
RX코일 인덕턴스	사양 범위 (예: 6.0~8.0 μ H)	LCR Meter @100kHz	범위 내
코일 직류저항(DCR)	사양 범위 (예: < 300m Ω)	Micro Ohmmeter	범위 내
NTC 저항	10k Ω \pm 5% @25 $^{\circ}$ C	Digital Multimeter	사양 내 일치
NTC 응답시험	60 $^{\circ}$ C 가열 시 저항 감소 확인	온도 챔버 + 측정기	반응 확인됨

9-5. EMI 차폐 검사 (EMI Shielding Test) (방사 간이검사 가능)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
EMI 차폐 필름 부착	정위치 부착, 밀착 상태	육안 검사 / 분해	탈락·이탈 없음
차폐 성능 (음선)	13.56MHz 등에서 차폐 확인(방사)	EMI 스캐너 / 스펙트럼 분석기	기준 이하 전파 누설

9-6. 구조 신뢰성 검사 (Structural Reliability)

항 목	기 준	검 사 방 법	판 정 기 준
볼트 체결 토크	M5 기준: 2.5 ~1.0Nm	토크 렌치	규격 범위 내
인서트 너트 고정력	풀림·회전 없음	체결-분해 반복 시험	10회 반복 후 이상 없음
오링 반복 방수	5회 체결 후 방수 유지	반복 침수 테스트	누수 없음

9-7. 최종 종합 판정

구 분	합 격 기 준
전수 검사 항목	외관, 방수, 전기검사 모두 적합 시 합격
샘플 검사 항목	EMI/내열 등은 LOT당 샘플 검사 진행
불량 처리	항목 불합격 시 전량 재검 또는 보완조치 후 재검

10. 포장·라벨링

에어캡 + 정전기 방지 폴리백 → 내충격 폼 내장 박스 (W450 × D300 × H300 mm)

제품라벨: S/N + FW Ver + 제조일자 (YYWW)

QC Pass 스티커 (녹색) 우측 상단 부착

사용자 매뉴얼·보증서 동봉 → 외부 카톤에 팻릿 적재

11. 안전·ESD &주의사항

모든 납땜·취급은 ANSI/ESD S20.20 표준 준수

DC-Link 충전 완료 시 650V 이상 위험 전압 → 작업 전 10 k Ω , 5 W 방전저항으로
30 초 이상 방전

히트싱크 >70 °C 상태에서 커버 분해 금지 (화상 위험)

12. 형상·도면 부록

그림 1: TX 전력 블록 다이어그램 (PNG/SVG)

부록 A: 전체 BOM (Excel)

부록 B: QC 체크시트 (PDF)

부록 C: 펌웨어 다운로드 절차서 (DOCX)

버전관리 (Revision History)

Rev	날 짜	내 용	작 성	승 인
1.0	2025-07-04	최초 발행	QA팀장	Intae Son

-- END --