

# TTA Standard

정보통신단체표준(국문표준)

TTAK.KO-06.0460/R1

제정일: 2018년 12월 XX일

무선 전력 송수신 모드  
동시 지원 무선 충전 인터페이스

Simultaneous wireless charging interface for  
wireless power transmission / reception mode

표준개정안 검토위원회  
 스마트전력전송 프로젝트그룹(PG909)  
 표준안 심의위원회  
 전파/이동통신 기술위원회(TC9)

	성명	소속	직위	위원회 및 직위	표준번호
표준(과제) 제안	박용주	전자부품연구원	선임 연구원	PG909 전문 위원	TTAK.KO-06.0460/R1
표준 개정안 작성자	박용주	전자부품연구원	선임 연구원	PG909 전문 위원	TTAK.KO-06.0460/R1
	안현석	전자부품연구원	선임 연구원	-	TTAK.KO-06.0460/R1
	임용석	전자부품연구원	책임 연구원	-	TTAK.KO-06.0460/R1
	임승욱	전자부품연구원	센터장	PG909 의장	TTAK.KO-06.0460/R1
	권혁춘	삼성전자	수석	PG9091 의장	TTAK.KO-06.0460/R1
	박용호	삼성전자	책임	PG909 간사	TTAK.KO-06.0460/R1
	박용철	LG전자	수석	PG909 전문 위원	TTAK.KO-06.0460/R1
	박성일	퀄컴	이사	PG909 전문 위원	TTAK.KO-06.0460/R1
	김병수	지니텍스	수석	-	TTAK.KO-06.0460/R1
	김병희	지니텍스	수석	-	TTAK.KO-06.0460/R1
	초대열	지니텍스	수석	-	TTAK.KO-06.0460/R1
사무국 담당	김대중	TTA	부장	-	TTAK.KO-06.0460/R1
	박유한	TTA	선임 연구원	PG909 사무국	TTAK.KO-06.0460/R1

본 문서에 대한 저작권은 TTA에 있으며, TTA와 사전 협의 없이 이 문서의 전체 또는 일부를 상업적 목적으로 복제 또는 배포해서는 안 됩니다.

본 표준 발간 이전에 접수된 지식재산권 확약서 정보는 본 표준의 '부록(지식재산권 확약서 정보)'에 명시하고 있으며, 이후 접수된 지식재산권 확약서는 TTA 웹사이트에서 확인할 수 있습니다.  
 본 표준과 관련하여 접수된 확약서 외의 지식재산권이 존재할 수 있습니다.

발행인 : 한국정보통신기술협회 회장  
 발행처 : 한국정보통신기술협회  
 13591, 경기도 성남시 분당구 분당로 47  
 Tel : 031-724-0114, Fax : 031-724-0109  
 발행일 : 2018.12

# 서 문

## 1 표준의 목적

본 표준의 목적은 모바일 디바이스 내의 자기장 전송 디바이스(EMT Device)를 이용하여 디바이스 간의 상호 소출력 무선전력전송 및 제어를 가능 하도록 기술을 정의함에 있다.

## 2 주요 내용 요약

본 표준은 무선전력전송 TX/RX 모듈 및 안테나를 하나의 디바이스에 모두 지니고 있는 모바일 디바이스의 무선 전력 전송 송수신을 하기 위한 무선전력전송 관련 모듈의 물리적 필요 요건 및 제어를 위한 정보 등을 정의한다. 본 표준은 모바일 디바이스 내장형 자기장 전송을 위한 관련 모듈의 물리적 정의 파트, 모바일 디바이스 내장형 자기장 전송 모듈 제어 파트로 나뉜다. 본 표준의 물리적 필요 요건 파트에서는 WPT TX를 위해서 자기장 생성 및 전력 전송 디바이스를 내장하고 있는 모듈의 송신 인버터, PMIC, 안테나를 공유해서 사용하며, 해당 물리적 특성을 정의한다. 또한 자기장 전송 모듈 제어 파트에서는 WPT TX 기능을 구현하기 위해서 WPT 제어를 하기 위한 레지스터 정보, 메시지 포맷 등을 정의한다.

## 3 인용 표준과의 비교

### 3.1 인용 표준과의 관련성

‘해당 사항 없음’

### 3.2 인용 표준과 본 표준의 비교표

‘해당 사항 없음’

## Preface

### 1 Purpose

The purpose of this standard is to define the mobile small power transmission technology among devices enabling mutual low power wireless charging and control by using a magnetic field transfer device inside mobile devices.

### 2 Summary

This standard defines physical requirements and controlling information of the wireless power transmission associated module of TX/RX modules and antenna inside the one device. This standard is divided into a physical definition part of a related module for mobile device built-in magnetic field transmission and a control definition part of a mobile device embedded magnetic field transmission module. The Physical Requirements section of this standard uses the power amplifier, PMIC, and antenna of the module that contains the magnetic field generation and transmission device for WPT TX, and defines its physical characteristics. In the magnetic field transmission module control part, register information and message format for WPT control are defined in order to implement the WPT TX function.

### 3 Relationship to Reference Standards

“Not applicable”

## 목 차

1 적용 범위 .....	1
2 인용 표준 .....	1
3 용어 정의 .....	1
4 약어 .....	2
5 동작 시나리오 .....	2
5.1 전체 구성도 .....	2
5.2 D2DWC를 위한 통신 절차 .....	3
6 D2DWC Unit의 스펙 및 제어 프로토콜 .....	7
6.1 송수신기 결합 형태의 D2DWC Unit의 제어 .....	7
6.2 D2DWC TX-RX 결합 전력 송신부 디자인 가이드 .....	11
6.3 D2DWC Unit의 제어 프로토콜 .....	11
부록 I -1 지식재산권 요약서 정보 .....	19
I -2 시험인증 관련 사항 .....	20
I -3 본 표준의 연계(family) 표준 .....	21
I -4 참고 문헌 .....	22
I -5 영문표준 해설서 .....	23
I -6 표준의 이력 .....	24

**무선전력 송수신 모바일 기기의  
Device to Device Wireless Charging (D2DWC)  
(Device to device wireless charging  
for mobile devices with wireless power TX/RX module)**

**1 적용 범위**

본 표준은 무선전력전송 TX/RX 모듈 및 안테나를 하나의 디바이스에 모두 지니고 있는 모바일 디바이스의 무선 전력 전송 송수신을 하기 위한 무선전력전송 관련 모듈의 물리적 필요 요건 및 제어를 위한 정보 등을 정의한다. 본 표준에서는 상시 전력을 사용하지 않는 모바일 디바이스 내장형 자기장 전송을 위한 관련 모듈의 물리적 정의 파트, 모바일 디바이스 내장형 자기장 전송 모듈 제어 파트로 나뉜다. 본 표준의 물리적 필요 요건 파트에서는 WPT TX를 위해서 자기장 생성 및 전송 디바이스를 내장하고 있는 모듈의 송신 인버터, PMIC, 안테나를 공유해서 사용하며, 해당 물리적 특성을 정의한다. 또한 자기장 전송 모듈 제어 파트에서는 WPT TX 기능을 구현하기 위해서 WPT 제어를 하기 위한 레지스터 정보, 메시지 포맷 등을 정의한다. 본 표준에서는 모바일 디바이스의 무선 전력 과정에서의 인터페이스 및 프로토콜은 해당 무선전력전송 표준에 맞추어 사용할 수 있다. 본 표준을 활용하면 휴대폰 같은 모바일 디바이스 및 IoT, 초소형 센서 산업 등에 모바일 형태의 무선전력전송을 사용할 수 있으며, 관련 응용 분야에 적용될 수 있다.

**2 인용 표준**

“해당 사항 없음”

**3 용어 정의**

**3.1 D2DWC (Device To Device Wireless Charging)**

모바일 디바이스 간에 자기장 전송 기능을 이용한 Wireless charging이며, 무선전력전송 TX 및 RX 기능을 동시에 수행 가능한 기술을 의미한다.

**3.2 D2DWC Unit**

D2DWC Unit의 경우 무선전력 송수신이 가능하도록 하는 IC이며, 자기장 전송 기능과 WPT TX의 선택이 가능하도록 하는 Mux, 송신 인버터 등이 포함된다.

**3.3 WPT (Wireless Power Transmission)**

전기에너지를 전자기파 형태로 변환하여 전송선 없이 무선으로 에너지를 부하로 전달하는 기술을 의미한다. 전기 에너지를 전자기파로 변환하기 위해 특정 주파수의 RF 신호로

전기 에너지를 변환하여 그로부터 발생하는 전자기파를 이용하여 에너지를 전달한다.

### 3.4 EMT (Elective Magnetic Transmission)

Elective Magnetic Wave를 전송하는 기술로서 현재 휴대용 전화기의 마그네틱 과금 서비스를 위한 자기장 생성 및 전송 등을 한다.

### 3.5 PMIC (Power Management IC)

Battery 충전을 위한 Power management IC로서 승압 기능을 포함한다.

### 3.6 SPI(Serial Peripheral Interface)

전이중 통신 모드로 동작하는 동기화 직렬 데이터 연결 표준

### 3.7 UART(Universal asynchronous receiver/transmitter)

병렬 데이터의 형태를 직렬 방식으로 전환하여 데이터를 전송하는 범용 비동기화 송수신기

### 3.8 I<sup>2</sup>C Bus(Inter- Integrated Circuit Bus)

클럭, 데이터, 명령을 전달하는 직렬 버스 프로토콜

## 4 약어

WPT	Wireless Power Transmitter
TX	Transmitter
RX	Receiver
RFU	Reserved for Future Use

## 5. 동작 시나리오

### 5.1. 전체 구성도

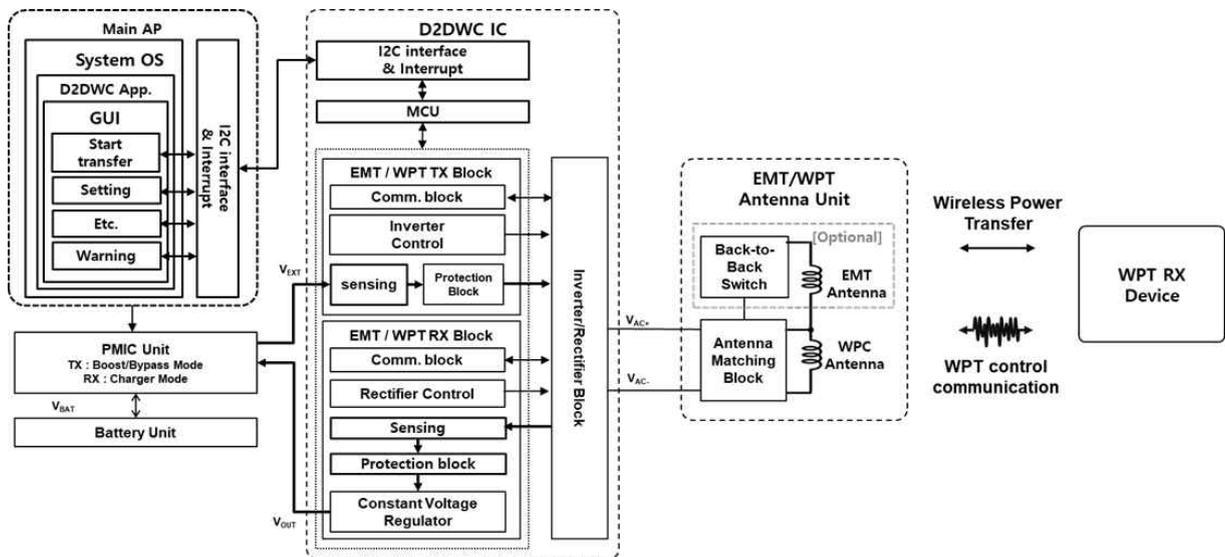
본 표준은 상시 전원이 아닌 배터리로 동작하며 무선전력 송수신을 동시 지원하는 모바일 디바이스 간에 무선전력전송을 위한 관련 모듈의 물리적 정의 및 모듈 제어 정보를 제안한다. 본 표준에서 제안하는 D2DWC 기술 표준을 위한 전체 구성도는 그림 5-1에 제시하였다.

D2DWC 기능 구현을 위해서는 다음과 같은 구성 요소가 필요하다. 1) 모바일 디바이스 간에 자기장 전송 기능 및 Wireless charging TX/RX을 수행하는 D2DWC Unit, 2) Battery 충전을 위한 PMIC Unit, 3) EMT 기능과 WPT TX/RX을 공동으로 사용할 수 있는 EMT/WPT Antenna Unit으로 구성된다. 마지막으로 4) D2DWC Unit를 모니터링, 제어할 수 있는 제어 MCU이다.

이 중 D2DWC Unit은 EMT 모듈, WPT TX/RX 모듈, EMP/WPT TX Mux, 마지막으로

Power Amp 모듈로 구성된다. EMT 모듈은 마그네틱 파형을 제어 및 전송할 수 있는 모듈이며, 현재 과금 서비스 등에 사용하기 위해서 WPT에서 규정하고 있는 주파수와 동일한 대역의 주파수를 사용한다. 다음으로 WPT TX/RX 모듈은 무선전력전송의 송수신을 수행하기 위한 기능을 집적한 모듈로써 무선전력의 송신은 EMT 모듈과 Mux를 통해서 어떠한 자기장 파형을 송신할 것을 결정한다. EMT/WPT TX Mux의 경우 EMT 신호와 WPT TX 신호를 선택해서 파형을 선택한다. 마지막으로 Power Amp는 실제로 EMT 혹은 WPT TX 시에 자기장 파형을 발송하기 위한 모듈이다.

각 IC 및 모듈에 대해서 살펴보면, 무선전력전송을 위해서 D2DWC Unit에서는 EMT와 WPT TX를 선택하여 전송하는 Mux 및 자기장 생성 및 전송을 위한 송신 인버터가 포함되어 있으며, EMT와 WPT가 공유해서 사용한다. 또한, WPT의 TX/RX 기능을 선택적으로 수행할 수 있는 WPT 모듈이 존재한다. 또한, D2DWC Unit의 외부에는 EMT/WPT 안테나 1개를 가지고 3가지 기능을 수행되어 하며, 이를 위해서 EMT 기능과 WPT 기능이 동일한 주파수로 수행되어야 한다. 이 때, EMT와 WPT 기능 사용시 안테나를 공유하며, 다만 EMT 주파수에 따라 선택적으로 안테나를 스위칭 할 수 있도록 제작하며, 동일한 주파수에서는 EMT, WPT TX, 모두 동일 안테나를 사용 가능하다. 이 때, optional EMT 안테나로 표기한 것은 송수신단 사이에 임피던스 매칭에 따른 안테나 길이의 선택적 길이 변화를 나타내기 위함이다. 마지막으로 D2DWC Unit의 외부에는 배터리 충전을 위한 PMIC와 연결되어 무선전력의 송수신의 경우에 배터리의 충/방전이 이루어진다.



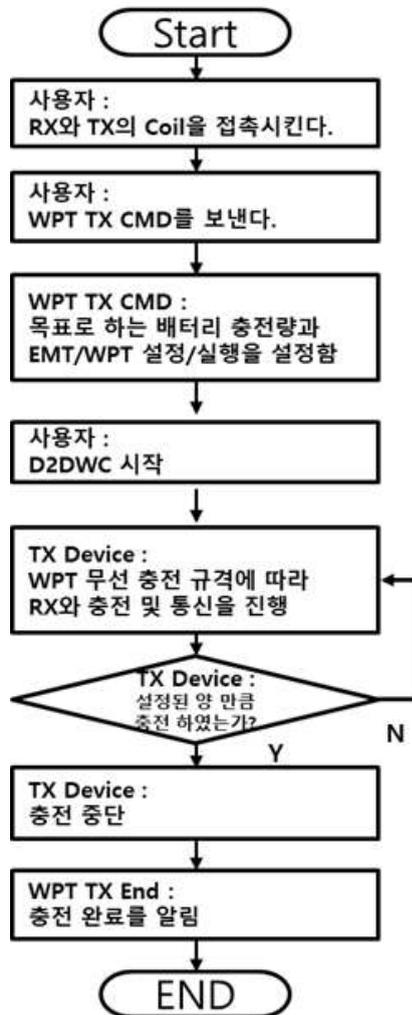
(그림 5-1) D2DWC 기술 표준에서 제안하는 EMT/WPT 모듈의 전체 구성도

## 5.2. D2DWC를 위한 동작 절차

D2DWC표준에서 무선전력전송은 사용자가 사용하고자 하는 무선전력전송 표준에 맞추어 제어할 수 있으며, 이해를 돕기 위해 WPC표준의 class 0 무선전력전송을 예시로 사용한다. 이를 위해서 본 장에서는 D2DWC 전체 동작 절차 및 무선전력전송 TX/RX 동작에 대해서 제시한다.

### 5.2.1 D2DWC 전체 동작 시나리오

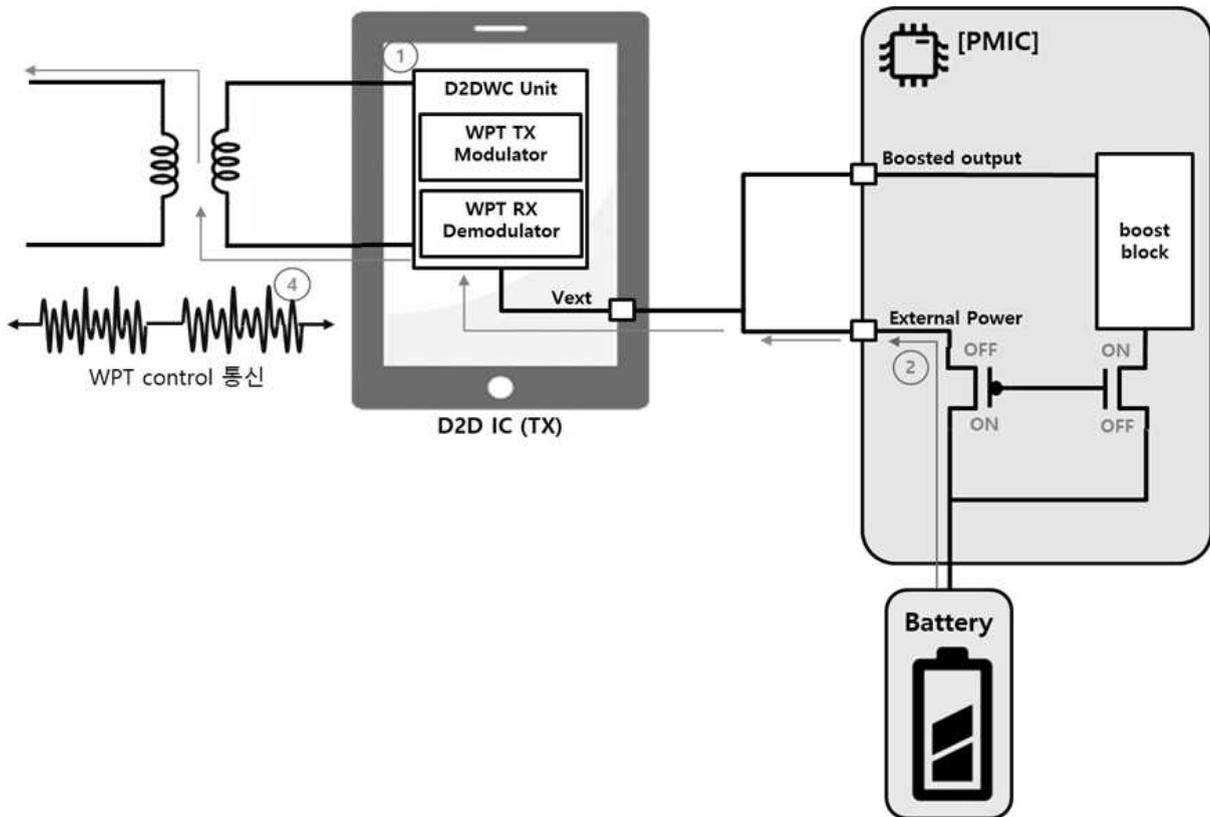
D2DWC를 실행하기 위한 전체 동작 절차는 그림 5-2에 그 구성도를 제시하였다. 사용자는 우선 무선전력전송을 수행할 TX, RX 디바이스의 코일 부분을 접촉시킨다. 그 후에 I2C 인터페이스로 연결되어 있는 D2DWC Unit에 WPT 기능을 구동하기 위한 명령을 보낸다. D2DWC Unit는 현재의 충전량을 사용자에게 응답하며, 사용자는 현재 본인 디바이스 배터리의 충전량을 확인하고 원하는 충전량 및 속도 등을 결정한다. 충전이 시작되면 무선전력전송 TX 디바이스는 배터리로부터 전력을 끌어 와서, 무선전력전송 TX 코일에 전원이 인가되며 RX 코일에서는 전원이 유기된다. 무선전력전송 TX-RX 디바이스 간에는 해당 WPT 프로토콜에 맞추어 무선 충전이 수행되며, 이 때 본 표준에서 제안하는 모바일 송수신이 결합된 디바이스의 환경에 맞추어 제어된다. 마지막으로 CMD에서 설정된 양만큼 전력이 전송된 후에 무선전력전송 TX에서는 무선 충전을 중단한다.



(그림 5-2) D2DWC 전체 동작 시나리오

### 5.2.2 D2DWC TX 동작 시나리오

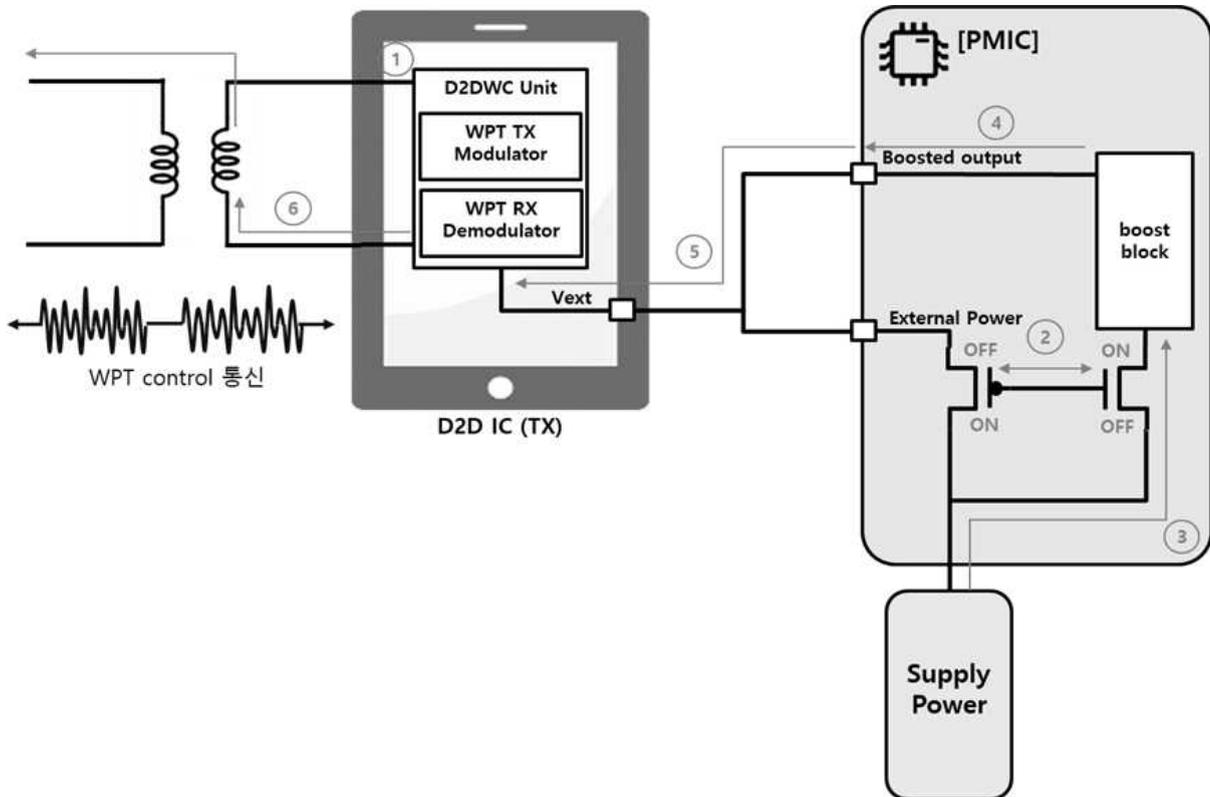
D2DWC의 TX 동작 시나리오는 모바일 디바이스 내부의 PMIC 모듈의 승압 회로를 사용하여 여부에 따라서 동작 시나리오를 구분할 수 있다. 배터리 전원만을 사용하여 D2DWC의 TX 동작을 하는 경우를 그림 5-3에 제시하였다. ① 무선전력전송 명령을 D2DWC Unit에 보내서 무선전력전송의 시작을 알리면, D2DWC는 TX 모드로 동작한다. ② D2DWC Unit는 PMIC 인터페이스에 배터리 연결을 확인하고 무선전력전송을 위한 전력을 끌어온다. ③ D2DWC Unit는 해당 WPT 표준에 따라, TX의 코일을 통하여 RX에 전력 전송 및 통신을 진행한다. ④ 무선전력전송 명령시 규정한 양 만큼의 전력이 전송되면, D2DWC Unit는 전력 전송을 중단한다.



(그림 5-3) D2DWC의 TX 동작 시나리오 - 배터리 전원 만을 사용하는 경우

무선전력전송의 TX 동작의 두 번째 케이스는 모바일 디바이스 내부의 PMIC 모듈에 상시 전원이 공급되는 경우로, 상시 전원을 사용하는 경우 좀 더 빠르고 안정적인 무선 충전이 가능해진다. 상시 전원을 사용하는 TX 동작 시나리오는 그림 5-4에 정리하였으며, 배터리 회로만을 사용할 때와는 PMIC에서 무선 충전을 위해서 배터리 회로를 직접 차단하는 것이 차이점이다. ① 무선전력전송 명령을 D2DWC Unit에 보내서 무선 충전의 시작을 알리면, D2DWC는 TX 모드로 동작한다. ② D2DWC Unit에 무선 충전 명령을 내리면, PMIC는 배터리 전원의 직접 연결을 차단한다. ③ PMIC의 승압 회로의 전원이 on 되고, ④ 승압된 전력이 D2DWC Unit의 Vext에 입력이 되면서, 무선 충전을 위한 준비를 한다. ⑤ D2DWC Unit는 WPT 표준에 따라, TX의 코일을 통하여 RX에 전력 전송 및 통

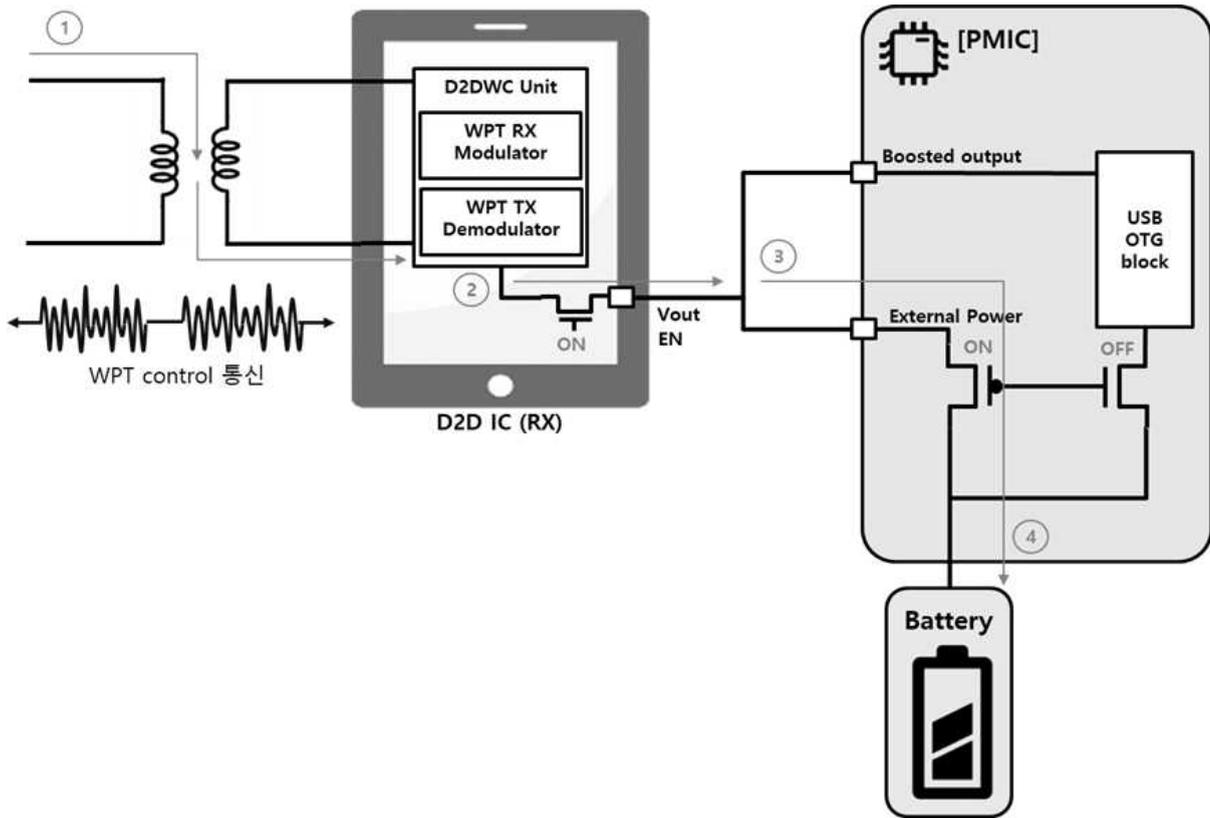
신을 진행한다. ⑥ 무선전력전송 명령시 규정한 양 만큼의 전력이 전송되면, D2DWC Unit는 전력 전송을 중단한다.



(그림 5-4) D2DWC의 TX 동작 시나리오 - 상시 전원을 사용하는 경우

### 5.2.3 D2DWC RX 동작 시나리오

D2DWC의 RX 동작 시나리오는 그림 5-5에 제시하였다. D2DWC Unit는 별도의 무선 충전 명령이 내려오지 않으면 항상 RX 모드로 대기 동작하고 있다. ① TX에서 전력 수신 및 통신이 있으면, D2DWC Unit는 무선 전력을 수신하기 위한 준비를 시작한다. ② 전원이 안정되면 Vout 단자에서 전원을 출력한다. ③ Charger IC를 거쳐서 배터리의 충전을 시작한다. ④ TX 에서의 전력 전송이 중단될 때 까지 충전을 진행한다.

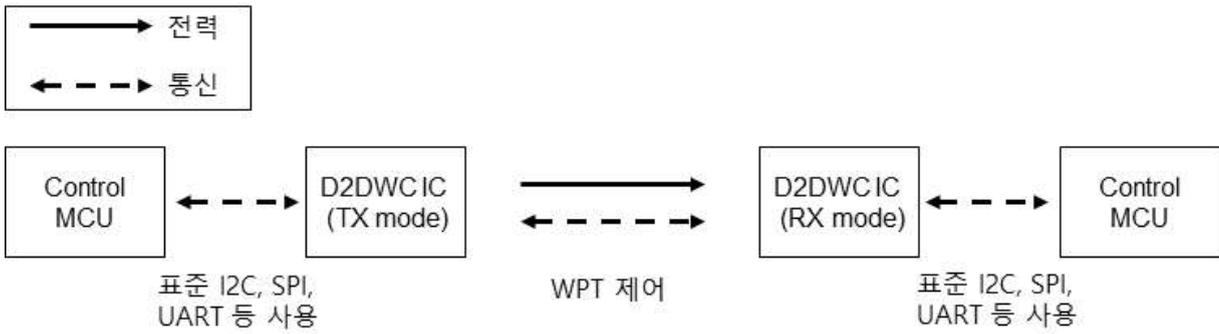


(그림 5-5) D2DWC의 RX 동작 시나리오

## 6. D2DWC Unit의 스펙 및 제어 프로토콜

### 6.1 송수신기 결합 형태의 D2DWC Unit의 제어

이 장에서는 사용자의 이해를 돕기 위해서 WPC 표준의 class 0의 규격 표준을 예시로 사용한다. 단일 디바이스에서 무선전력 송수신을 지원하는 D2DWC Unit의 제어는 WPC 표준의 class 0보다 좀 더 추가적인 제어가 필요하다. 우선, D2DWC Unit는 해당 WPT 표준을 준수하여 무선전력전송을 수행하지만, 송수신기가 단일 디바이스에 집합되어 있는 경우 전압, 전류, 온도 등의 조건이 상이하며, 그 제어는 제어 MCU에서 수행한다. D2DWC Unit는 WPT TX/RX 간에 무선전력전송을 위한 메시지 및 데이터 송수신을 수행 하면서 동시에 제어 MCU에게 현재의 상태를 보고 한다. 제어 MCU는 무선전력전송을 모니터링하면서 본 표준에서 규정하는 범위 내의 동작을 하는 경우 D2DWC 무선전력전송을 중지시킨다. 전체 아키텍처는 그림 6-1에 제시하였다. 무선전력전송을 하고 있는 동안에는 해당 WPT 표준을 준용하여 동작하며, D2DWC Unit을 이용하는 경우에는 WPT TX, RX 가 결합되어 있는 형태이기 때문에 좀 더 상세한 규격의 동작에 대한 제어가 필요하다. 이것은 Control Unit에 의해서 제어되는데, I2C, SPI, UART 등 메시지를 전달 할 수 있는 표준의 통신이면 어떤 것이든 가능하다. 본 표준에서는 그 예시로 I2C를 사용하여 제어하는 프로토콜을 6.3장에 제시하도록 한다.



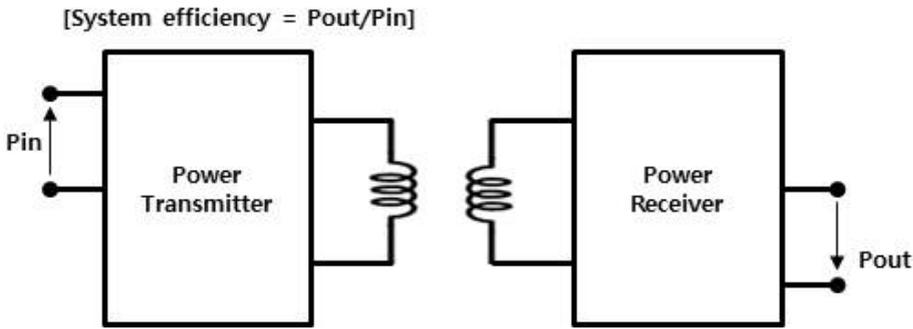
(그림 6-1) 제안 표준의 무선 충전 제어 아키텍처

이 때, D2DWC IC 가 TX mode로 동작할 때, 아래의 표 6-1에 제시하였다. 현재 모바일 디바이스의 EMT TX와 WPC TX class 0 스펙을 바탕으로 하여, 실험치를 기반으로 동작 가능한 스펙을 작성하였다. 그리고 그림 6-2에는 본 표준에서 정의하는 시스템 동작 효율을 제시하였는데, 시스템의 동작 효율은 송신기의 입력 전력과 수신기의 출력 전력의 비율로 정의한다.

개정 표준안에서는 노트북에서 핸드폰으로의 충전 및 모바일 디바이스에의 급속 충전을 지원하기 위해서 15W 까지의 중출력의 동작을 위해서 D2DWC Unit의 스펙을 재정의 하였다. 또한, EMT TX모듈에서 사용 가능한 주파수 영역인 400 kHz 안에서 사용 가능한 100 ~ 350 kHz의 주파수 동작을 정의한다.

<표 6-1> D2DWC Unit의 TX 동작을 위한 스펙

		D2DWC (TX mode)	EMT TX	WPC TX (예시)
Carrier Frequency	최소	100 KHz	80 KHz	100 KHz
	최대	350 KHz	210 KHz	200 KHz
AC Drive Voltage (Peak to Peak)	최소	2 V	3 V	2 V
	보통	5 V	5 V	-
	최대	12 V	-	24 V
Input Current	최대	1.5 A	2 A	2 A
Transmit Power	최소	2 W	2 W	7.5 W
	최대	15 W	10 W	20 W
System Efficiency	최소	40 %	50 %	65 %
Temperature Limit	최소	-20 °C (TX surface)	-40 °C (TX surface)	-20 °C (FOD)
	최대	50 °C (TX surface)	60 °C (TX surface)	60 °C (FOD)



(그림 6-2) 제안 표준에서 정의하는 시스템 동작 효율

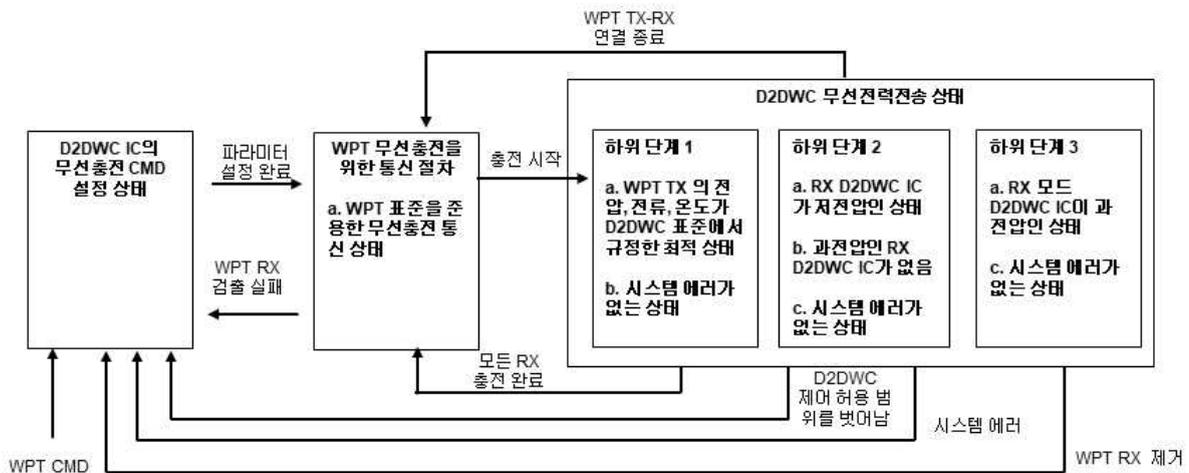
### 6.1.1 D2DWC Unit의 무선전력전송 제어 목적

송수신기가 단일 디바이스에 집합되어 있는 D2DWC Unit의 동작 제어는 다음과 같은 목적을 가진다.

- a. D2DWC Unit를 Over-Voltage, Over-Current, Over-Temperature부터 보호하기 위함.
- b. D2DWC Unit를 WPC 표준 class 0을 참고하여, 문서에서 규정하고 있는 범위보다 적은 범위 안에서 동작하게 함.
- c. 사용 되는 전력 효율이 최대가 되도록, 혹은 전체 시스템 효율이 최대가 되도록 출력 파워를 제어함.

### 6.1.2 D2DWC Unit 동작 제어

제어 MCU는 D2DWC 무선전력전송을 위해서 그림 6-3와 같이 D2DWC Unit의 무선전력 전송을 제어한다. D2DWC Unit의 특수한 전압, 전류, 온도 범위가 존재하기 때문에 시스템 에러로 규정할 수 있는 이상 상태에서는 정상 동작하고 있는 중이여도 무선전력전송을 강제로 중지하게 된다.

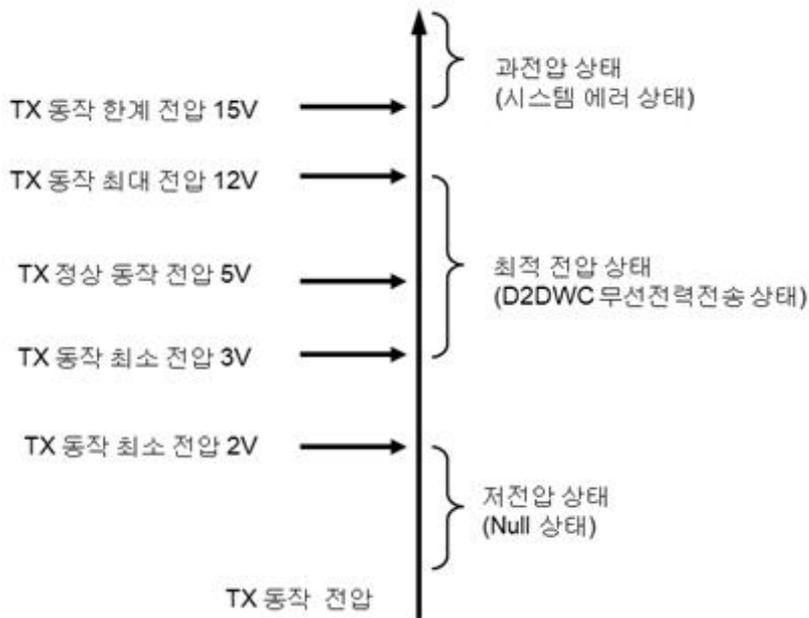


(그림 6-3) 제안 표준의 D2DWC 무선전력전송을 위한 동작 다이어그램

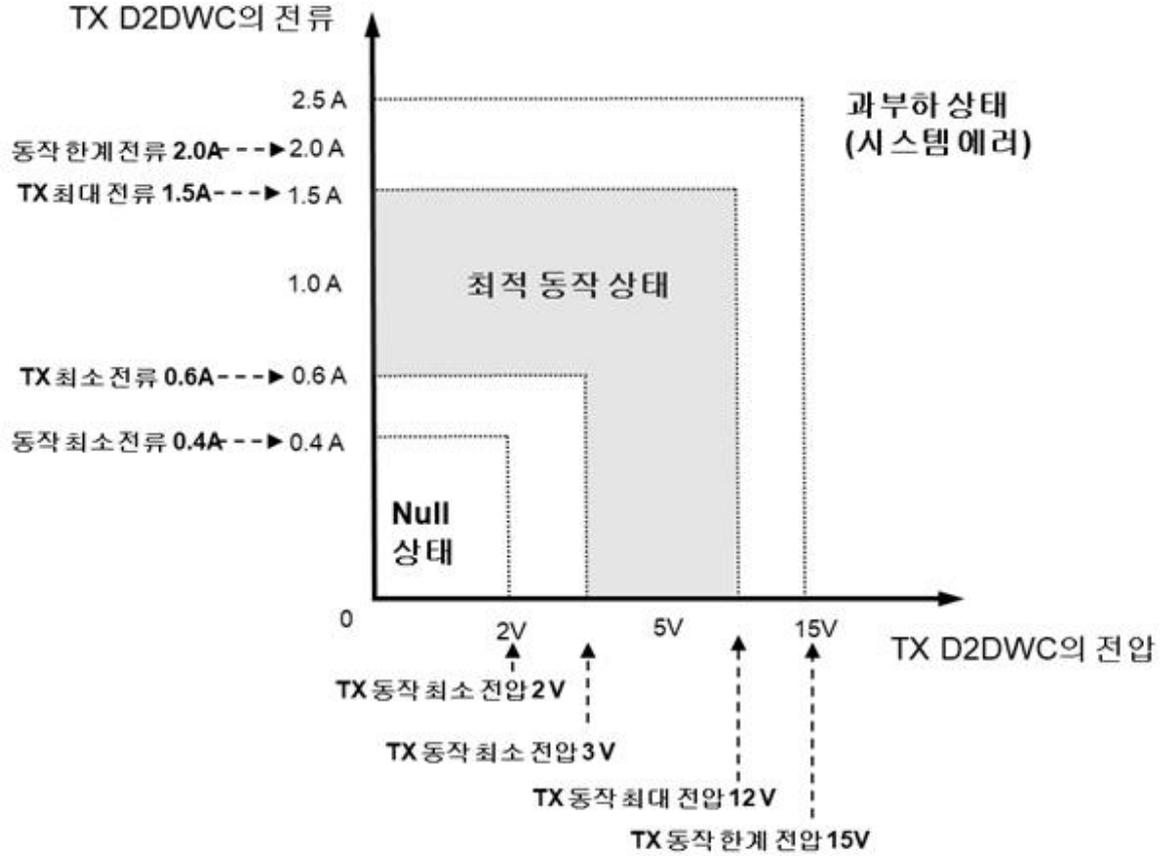
- D2DWC 파라미터 설정 상태: D2DWC에 전원 및 명가 전원을 켜고 자체 테스트 및 조절 상태
- D2DWC 통신 상태: TX-RX 간의 설정하는 통신을 한 후에 무선전력전송을 준비하는 상태
- D2DWC 무선전력전송 상태: RX의 정류기 전압 상태를 지속적으로 파악하며 D2DWC에서 규정하는 범위 내에서의 무선전력전송을 시행하는 상태

### 6.1.2.1 D2DWC Unit의 TX 모드에서 동작 전압, 전류, 온도 조건

D2DWC Unit는 무선전력전송 송수신기가 집적되어 있는 디바이스이므로 그 동작 조건은 WPC 표준 class 0(급속 충전)에서 규정하는 것보다 특수한 조건에서 동작을 해야 한다. D2DWC TX의 경우 AC 드라이버의 동작 한계 전압이 12 V이며, 송신단에서의 평균 동작 전력은 15 W 이하여야 한다. D2DWC TX 동작 전압 다이어그램은 그림 6-4에 제시하였다. TX의 동작 가능 전압은 3 ~ 12V이며, 이상의 값은 D2DWC 동작 실험치를 근거로 하여 작성하였다. 또한, D2DWC TX 동작 전압/전류 다이어그램은 그림 6-5에 제시하였다. 전류의 경우 0.6 ~2.0 A 이내에서 동작하여, 최대 출력 전력이 20 W 이하에서 동작하도록 한다.



(그림 6-4) 제안 표준의 D2DWC TX 동작 전압 다이어그램

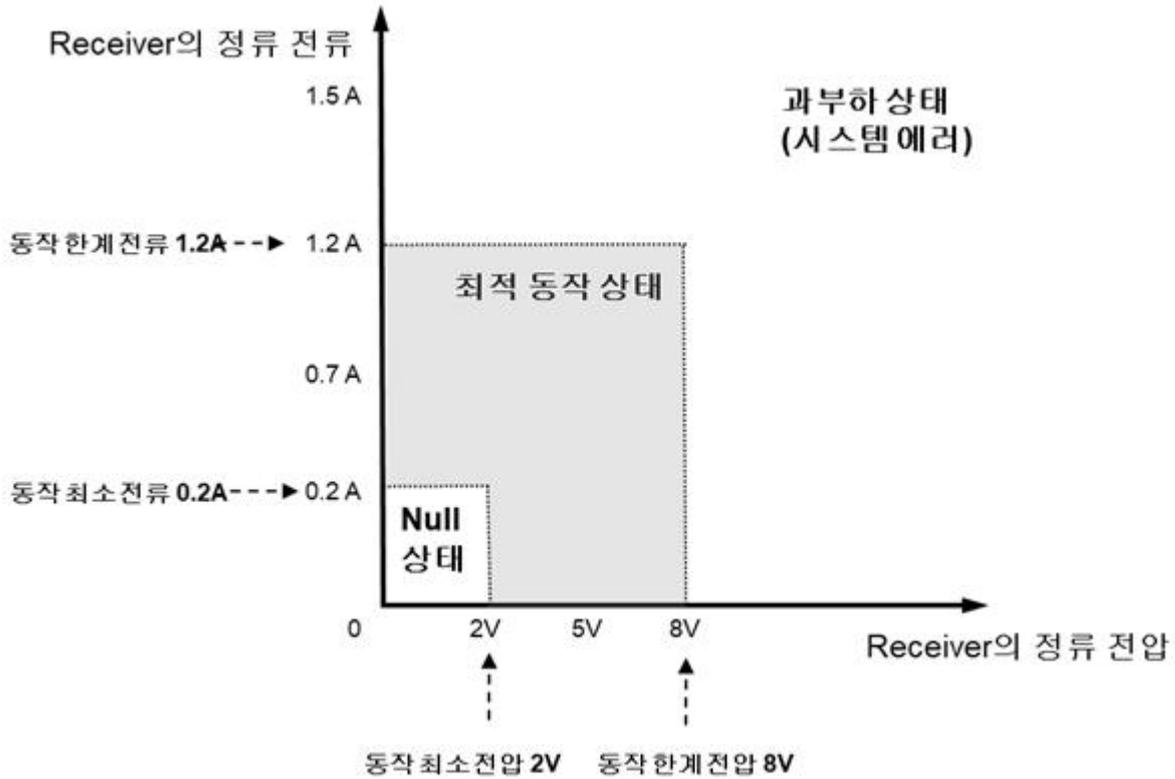


(그림 6-5) 제안 표준의 D2DWC TX 동작 전압 다이어그램

또한, 제어 MCU는 지속적으로 D2DWC Unit의 온도를 체크하여 시스템 에러 상태의 이상 동작을 예방한다. D2DWC Unit의 동작 가능한 온도는  $-20^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 의 범위 안에서 정상 동작을 보증할 수 있다.

#### 6.1.2.2 D2DWC Unit의 RX 모드에서 동작 전압, 전류, 온도 조건

D2DWC Unit을 보유하고 있는 경우, D2DWC Unit이 RX mode로 동작하는 경우 동작 한계 전압이 8V이며, 한계 전류는 1.2A 이하여야 한다. D2DWC RX 동작 전압/전류 다이어그램은 그림 6-6에 제시하였다. 수신단에서 동작 가능한 정류 전압은 1.5 ~ 8V이며, 동작 가능한 정류 전류는 0.2 ~ 1.2A이다.

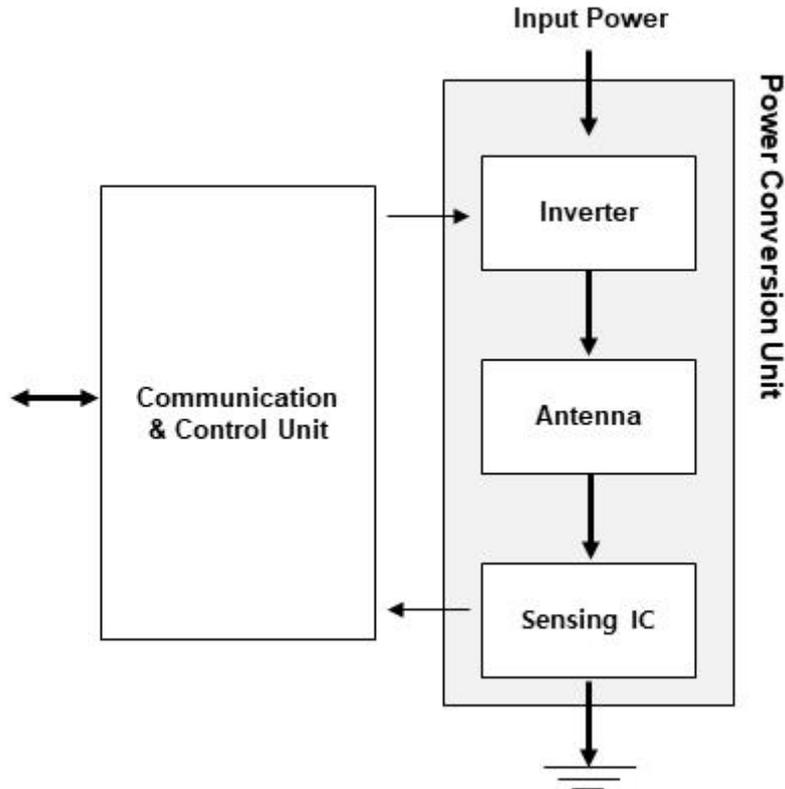


(그림 6-6) 제안 표준의 D2DWC RX 동작 가능한 전압/전류 다이어그램

### 6.2 D2DWC TX-RX 결합 전력 송신부 디자인 가이드

단일 디바이스에서 무선전력 송수신을 지원하는 D2DWC Unit가 내장되어 있는 모바일 디바이스에서의 회로 및 안테나의 제작에는 좀 더 구체적인 규격이 필요하다. 우선, D2DWC Unit는 해당 무선전력전송 표준을 준수하여 무선전력전송을 수행하지만, 송수신기가 단일 디바이스에 집합되어 있는 경우 회로의 구성 및 안테나의 디자인 조건이 상이하다. 본 장에서는 WPT의 송수신 기능이 결합되어 있는 디바이스에서의 회로 및 안테나 디자인 가이드에 대해서 제시한다.

본 표준에서 제안하는 D2DWC의 전력 송신부는 그림 6-7과 같이 주요 기능 블록 두개로 구분할 수 있다. 첫 번째 블록은 전력 변환 유닛 (Power Conversion Unit)이며, 두 번째 블록은 통신 및 제어 유닛 (Communication & Control Unit)이다.



(그림 6-7) 제안 표준의 D2DWC 주요 기능 블록

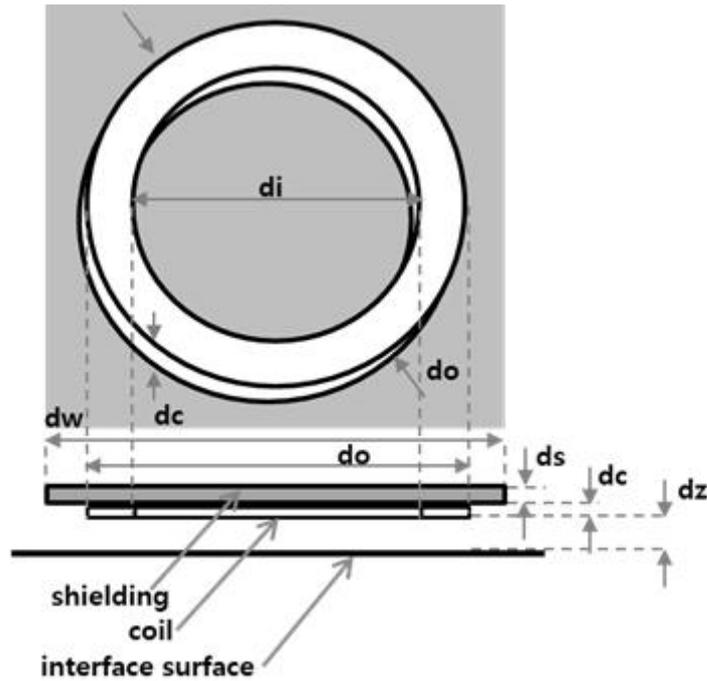
전력 변환 유닛은 회로의 아날로그 부분이며, 입력으로 들어 온 DC 입력을 AC 파형으로 변환시키며, 캐패시터와 인덕터로 구성된 안테나까지 포함하고 있다. 그리고 안테나에서의 전압과 전류량을 감지하는 역할도 한다. 통신 및 제어 모듈은 디지털 로직 부분이며 D2DWC 제어 프로토콜을 준수하는 무선전력전송중의 전체 시스템의 동작을 제어하는 역할을 한다.

### 6.2.1 5W급 WPT RX 안테나

본 장에서는 모바일 디바이스에 D2DWC 기능 (WPT TX/RX)를 동시에 수행할 수 있는 안테나 규격을 제시한다.

#### 6.2.1.1 안테나 디자인 가이드

5W급 WPT TX/RX 통합 단일 안테나를 제작하기 위해서 0.9 mm 두께의 40AWG 리츠 와이어를 사용하며, 그림 6-8과 같이 원형의 안테나를 기본으로 한다. 안테나의 디자인을 위한 파라미터는 표 6-2에 제시하였다. 안테나 실드 부분의 경우 그림 6-8에서 안테나 밑에 디자인 규격과 같이 제시하였으며, 코일과 경계면 등의 정보도 제시하였다.



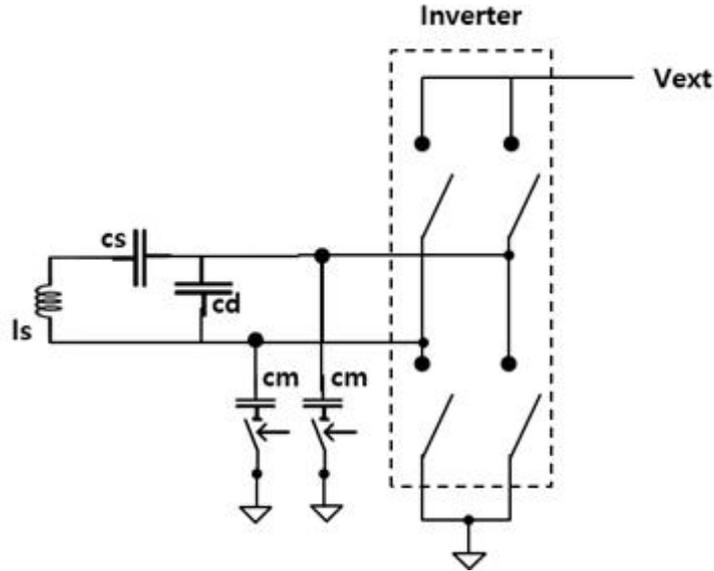
(그림 6-8) 5W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 안테나

<표 6-2> 5W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 안테나 파라미터

파라미터	심볼	값
코일 타입 (Coil type)		권선형(Wire-wound), 40 AWG 리츠 와이어(litz wire)
코일 외곽 지름 (Coil outer diameter)	$d_o$	$32.0 \pm 0.25 \text{mm}$
코일 내부 지름 (Coil inner diameter)	$d_i$	$21.7 \pm 0.60 \text{mm}$
코일 두께 (Coil thickness)	$d_c$	$0.9 \pm 0.20 \text{mm}$
레이어 별 코일 감은 횟수 (Coil number of turns per layer)	N	9
레이어의 코일 수 (Coil number of layers)	-	2
보호 소재 (Shielding material)	-	Ni-Zn or Mn-Zn
보호 소재의 두께 (Shielding thickness)	$d_s$	Minimum 0.8mm
보호 소재의 지름 (Shielding diameter)	$d_w$	$35.0 \pm 0.1 \times 35.0 \pm 0.1 \text{mm}$
코일과 표면과의 거리 (Distance of coil to surface)	$d_z$	2.0mm

6.2.1.2 회로 상세 규격

그림 6-9에는 코일을 동작시키는 인버터 및 직렬 커패시터 다이어그램을 제시하였다. 동작 주파수는 100 ~ 350 KHz이며, 매칭 주파수에 맞추어 커패시터 값을 변화시킬 수 있다. 본 표준에서 제안하는 5W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로의 커패시터 및 인덕턴스 값의 가이드 라인 등도 표 6-3에 제시하였다.



(그림 6-9) 5W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로 다이어그램

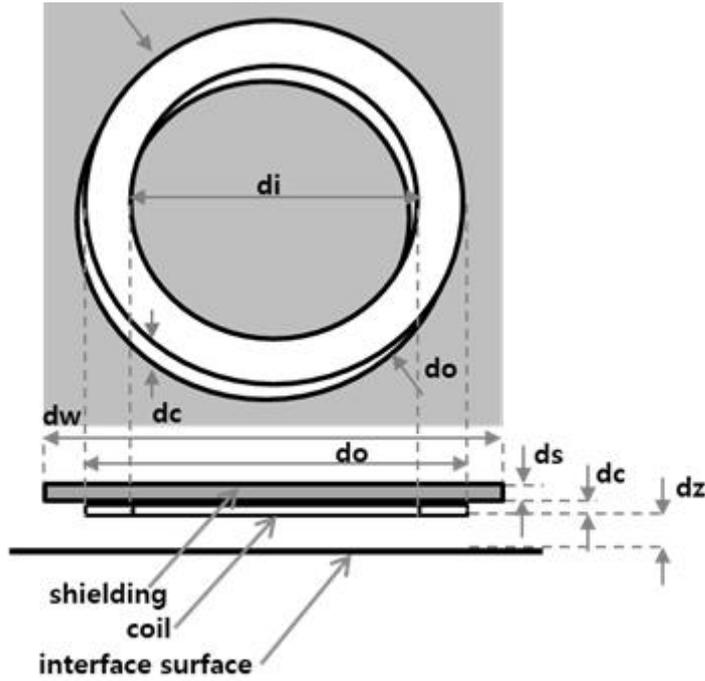
<표 6-3> 5W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로의 전기적 특성

파라미터	심볼	값
공진 주파수 (Resonance frequency)	-	100 ~ 350Khz
코일 인덕턴스 (Coil inductance)	ls	25.2±1uH
코일과 보호 소재의 인덕턴스 (Coil & shielding inductance)	ls'	31.0±1uH
직렬 정합 커패시터 (Serial matching capacitor)	cs	82.5±5%nF
병렬 정합 커패시터 (Parallel matching capacitor)	cd	2.0±5%nF
변조 커패시터 (Modulation capacitor)	cm	22.5±5%nF

6.2.2 15W급 WPT RX 안테나 디자인 가이드

15W급 WPT TX/RX 통합 단일 안테나를 제작하기 위해서 0.29 mm 두께의 30AWG 바이필러 와이어(bifilar wire)를 사용하며, 그림 6-10에 가이드 라인을 제시하였으며, 안테나

나의 디자인을 위한 파라미터는 표 6-4에 제시하였다.



(그림 6-10) 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 안테나

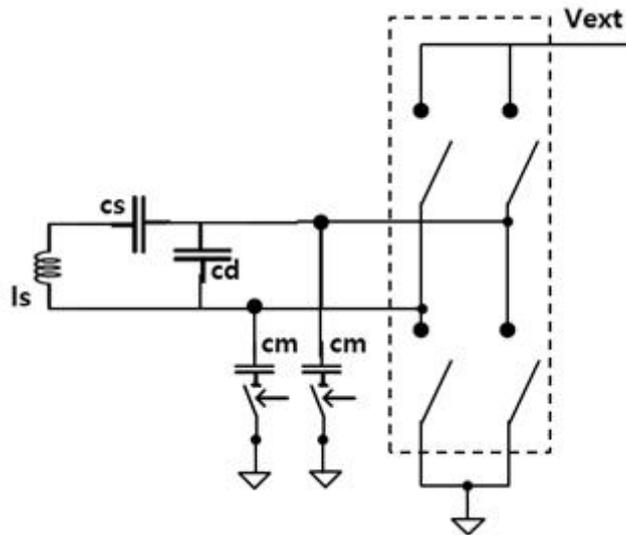
<표 6-4> 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 안테나 파라미터

파라미터	심볼	값
코일 타입 (Coil type)		Wire-wound, (30AWG bifilar wire)
코일 외곽 지름 (Coil outer diameter)	do	40.0±0.25mm
코일 내부 지름 (Coil inner diameter)	di	22.0±0.25mm
코일 두께 (Coil thickness)	dc	0.30±0.10mm
레이어 별 코일 감은 횟수 (Coil number of turns per layer)	N	20
레이어의 코일 수 (Coil number of layers)	-	1
보호 소재 (Shielding material)	-	Ni-Zn or Mn-Zn
보호 소재의 두께 (Shielding thickness)	ds	0.6±0.25mm
보호 소재의 지름 (Shielding diameter)	dw	50.0±0.25 x 50.0±0.25mm

코일과 표면과의 거리 (Distance of coil to surface)	dz	1.0mm
--	----	-------

6.2.2.1 회로 상세 규격

그림 6-11에는 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로를 동작시키는 인버터 및 직렬 커패시터 다이어그램을 제시하였다. 동작 주파수는 100 ~ 350 KHz이며, 매칭 주파수에 맞추어 커패시터 값을 변화시킬 수 있다. 본 표준에서 제안하는 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로의 커패시터 및 인덕턴스 값의 가이드 라인 등도 표 6-5에 제시하였다.



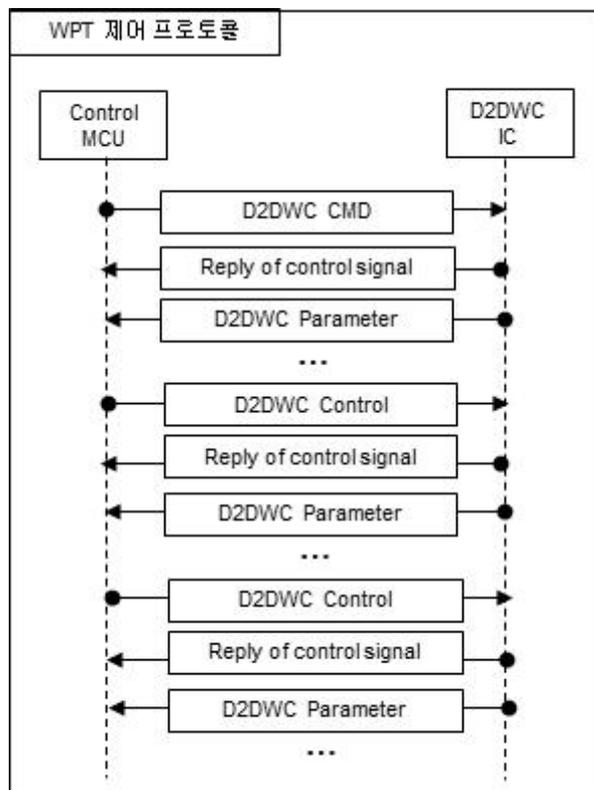
(그림 6-11) 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로 다이어그램

<표 6-5> 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로의 전기적 특성

파라미터	심볼	값
공진 주파수 (Resonance frequency)	-	100 ~ 350Khz
코일 인덕턴스 (Coil inductance)	ls	16.0±1uH
코일과 보호 소재의 인덕턴스 (Coil & shielding inductance)	ls'	24.5±1uH
직렬 정합 커패시터 (Serial matching capacitor)	cs	112.0±5%nF
병렬 정합 커패시터 (Parallel matching capacitor)	cd	1.7±5%nF
변조 커패시터 (Modulation capacitor)	cm	22.5±5%nF

### 6.3 D2DWC Unit의 제어 프로토콜

D2DWC 무선전력전송은 무선전력전송의 송신과 수신이 동일한 디바이스의 모듈에서 발생하며, 무선전력전송 명령을 받은 TX는 지속적으로 제어 MCU와 데이터를 통신하면서 무선전력전송을 수행한다. 제어 MCU와 D2DWC Unit는 I<sup>2</sup>C로 연결되어 있으며, 본 표준에서 정의하는 프로토콜대로 무선전력전송 과정 중 지속적으로 Read 명령을 통해 상태를 모니터링 하며 제어하게 된다. 본 표준에서 제안하는 D2DWC 무선전력전송의 전체 정보 획득 및 제어 과정은 그림 6-12에 제시하였다. 제어 MCU에서 명령이 D2DWC Unit에 전달될 때마다 그 응답과 현재의 상태를 제어 MCU에 지속적으로 보고하게 된다. 제어 MCU는 D2DWC Unit의 응답 및 상태 정보를 수신한 이후에 계속적으로 D2DWC에 제어 명령을 내려서 무선전력전송의 상태를 결정하게 된다.



(그림 6-12) 제안 표준의 제어 MCU의 D2DWC Unit 무선전력전송 및 제어 프로토콜

WPT CMD가 내려진 이후에 D2DWC Unit는 지속적으로 본인 배터리 및 로드 정보 등을 전달하며, 그에 따라서 제어 MCU는 실시간으로 무선전력전송을 제어한다.

#### 6.3.1 WPT CMD

제어 MCU에서 D2DWC Unit에 무선전력전송을 시작하기 위한 명령이다. 이후에는 제어 MCU에서 D2DWC 무선전력전송에 필요한 정보 송수신 및 전송하는 전력의 제어 등이 연속적으로 발생하게 된다. 전체 명령 필드는 표 6-6에 제시하였다. 그리고 WPT CMD의 하위 CMD분류는 표 6-7에 제시하였다. 본 표준에서는 D2DWC Unit을 제어하기 위한 프로토콜은 I2C를 사용하였으나, 시리얼 인터페이스를 사용하는 모든 통신 방식이 사

용 가능하다.

<표 6-6> WPT CMD 필드

WPT CMD	I2C Slave Address	WPT CMD 분류
# of bits	8	4
description	IC 구분	0001

<표 6-7> WPT 하위 CMD 모음

WPT Sub CMD	Code	Length (Bits)
D2DWC WPT start	0001	12
D2DWC control	0010	70
Reply of D2DWC	0011	20
D2DWC parameter	0100	84

### 6.3.2 D2DWC control

제어 MCU에서 D2DWC에의 무선전력전송 관련 명령을 내려 무선전력전송 시작, 정지 등의 동작을 정의하는 명령이다. D2DWC는 지속적으로 전압, 전류, 온도 정보 등을 제어 MCU에 전달 하며, 제어 MCU는 D2DWC 정보 및 무선전력상태를 모니터링하며 본 명령을 통해서 실시간으로 D2DWC 무선전력전송을 제어한다. D2DWC Control 명령의 필드는 표 6-8에 제시하였으며, 또한, SSN control 명령에 대한 응답은 표 6-15에 제시하였다. D2DWC는 무선전력전송이 시작된 이후에 제어 MCU의 명령을 지속적으로 받아야 하며 50ms 동안 명령을 받지 못하면 무선전력전송은 즉시 중단된다.

<표 6-8> SSN dynamic parameter 필드

SSN dynamic parameter CMD	I2C Slave Address	WPT CMD 분류	D2DWC 무선전력전송 동작 결정	배터리 충전량 결정	D2DWC Unit 온도 제한
# of bits	8	4	4	8	8
description	IC 구분	0010	표 6-4	표 6-5	표 6-6
SSN dynamic parameter CMD	D2DWC Unit 전압 제한	D2DWC Unit 전류 제한	무선 충전 중단시 동작 설정	이상 발생시 동작 설정	CRC 연산 bit
# of bits	8	8	3	3	16
description	표 6-7	표 6-8	표 6-9	표 6-10	CRC-16

· **D2DWC 무선전력전송 동작 결정**: 제어 MCU가 D2DWC로부터 전달 받은 정보를 기반으로 하여 현재 D2DWC의 무선전력전송을 제어하는 필드

<표 6-9> D2DWC 무선전력전송 동작 결정

Bit Field	3	2	1	0	
Index	WPT 지속 여부	출력 조정 커맨드			
Description	1 = WPT 지속 (Default value) 0 = WPT 중단	111 = RFU 110 = RFU 101 = 허용 최대 전력 100 = 80% * 허용 최대 전력 011 = 60% * 허용 최대 전력 (Default value) 010 = 40% * 허용 최대 전력 001 = 20% * 허용 최대 전력 000 = 허용 최소 전력			

· **배터리 충전량 결정**: 제어 MCU가 D2DWC에게 가지고 있는 충전 배터리량을 소모하여 RX 디바이스를 얼마큼 충전할지의 정보를 정의하는 필드. 1bit 마다 0.5%의 차이가 나며, 설정 값이 0일 때 0%, 200일 때 100% 충전을 나타낸다. 그 이상의 값은 현재 RFU 상태이다.

<표 6-10> 배터리 충전량 결정

Bit Field	8
Index	충전량 결정
Description	0 ~ 200 = 0 ~ 100% 201 ~ 255 = RFU (Default value = 8'd100)

· **D2DWC Unit 온도 제한:** D2DWC에서 허용해도 괜찮은 온도를 정의함. 1 bit 마다 0.5℃ 차이가 남. 설정 값이 0일 때 -20℃, 240일 때 50℃를 나타내며, 그 이상의 값은 현재 RFU이다.

<표 6-11> D2DWC Unit 온도 제한

Bit Field	8
Index	허용 온도 정의
Description	0 ~ 100 = -20 ~ 50℃ 101 ~ 255 = RFU (Default value = 8'd50)

· **D2DWC Unit 전압 제한:** D2DWC에서 허용하는 Vext 전압을 정의함. 1 bit 마다 0.1V 차이가 남. 설정 값이 0일 때 0V, 200일 때 20V를 나타내며, 그 이상의 값은 현재 RFU이다.

<표 6-12> D2DWC Unit 전압 제한

Bit Field	8
Index	허용 전압 정의
Description	0 ~ 200 = 0 ~ 20V 201 ~ 255 = RFU (Default value = 8'd100)

· **무선 충전 중단시 동작 설정:** D2DWC에서 무선전력전송이 이상 상황 등에 의해서 중지되었을 때 동작을 설정함

<표 6-13> 무선 충전 중단시 동작 설정

Bit Field	2	1	0
Index	무선 충전 중단시 동작 설정		
Description	100 ~ 111 = RFU 011 = 경고 010 = 재시도 001 = 경고 후 재시도 000 = 경고 후 중단 (Default value = 3'b000)		

· 이상 현상 발생시 동작 설정: D2DWC에서 무선전력전송 상황에서 전압, 전류, 온도 등의 이상 상황이 발생한 경우의 동작을 설정함

<표 6-14> 이상 상황 발생시 동작 설정

Bit Field	2	1	0
Index	이상 상황 발생시 동작 설정		
Description	100 ~ 111 = RFU 011 = RFU 010 = 정상 복귀 후 재시도 001 = 중단 후 경고 000 = 중단 (Default value = 3'b000)		

### 6.3.3 Reply of D2DWC

제어 MCU에서 D2DWC에 명령을 내렸을 때, D2DWC에서 제어 MCU 측으로 우선적으로 전달한다. 이후, D2DWC는 본인의 상태를 제어 MCU 측에 전달하며, 제어 MCU로부터 제어 명령을 받은 이후에 50 ms 이내에 응답하지 않는 경우 무선전력전송은 즉시 중단된다. 응답 cmd는 표 6-11에 제시하였다.

<표 6-15> SSN Control CMD에 대한 응답

Reply of D2DWC control	Ack Number	WPT CMD 분류
# of bits	16	4
description	16'h0ACC	0011

### 6.3.4 D2DWC parameter

D2DWC의 현재 상태를 제어 MCU에 전달하는 단계로 D2DWC의 출력 전압, 전류 등을

전달한다. 각 필드의 정보는 표 6-16에 제시한다.

<표 6-16> D2DWC parameter 필드

SSN dynamic parameter CMD	I2C Slave Address	WPT CMD 분류	D2DWC 출력 전압	D2DWC 출력 전류	D2DWC 동작 온도
# of bits	8	4	8	8	8
description	IC 구분	0100	표 6-12	표 6-13	표 6-14
SSN dynamic parameter CMD	배터리 출력 전류	배터리 온도	D2DWC 위험 상태	D2DWC 희망 최소 전압	CRC 연산 bit
# of bits	8	8	8	8	16
description	표 6-15	표 6-16	표 6-17	표 6-18	CRC-16

- D2DWC의 출력 전압: D2DWC의 출력 전압, mV 단위]

<표 6-17> D2DWC의 출력 전압 필드

Bit Field	Voltage in mV
0-255	0~255 mV

- D2DWC의 출력 전류: D2DWC의 출력 전류, 1 bit당 10 mA 단위

<표 6-18> D2DWC의 출력 전류 필드

Bit Field	Current in mA
0-255	0~2,550 mA

- D2DWC 동작 온도: D2DWC Unit의 현재 온도, °C 단위

<표 6-19> D2DWC Unit의 현재 온도

Bit Field	D2DWC Unit °C
0-255	-40°C ~ 215°C

- 배터리 출력 전류: 배터리 단자에서의 출력 전류, mA 단위

<표 6-20> 배터리 단자의 출력 전류

정보통신단체표준

Bit Field	Voltage in mA
0-255	0~255 mA

· **배터리 온도:** 과잉 전류 유입을 방지하기 위한 배터리의 현재 온도. 비트 값 0은 -40℃ 255는 +215℃

<표 6-21> 배터리 단자의 출력 동적 전류

Bit Field	배터리 온도 ℃
0-255	-40℃ ~ 215℃

· **D2DWC Unit의 위험 상태:** D2DWC 무선전력전송에 따른 동적, 동작 파라미터를 근거로 하여 D2DWC Unit의 위험 상태를 최대한 빠르게 응답하기 위한 필드

<표 6-22> D2DWC Unit의 위험 상태 필드

7	6	5	4	3	2	1	0
과전압	과전류	온도 과부하	D2DWC Unit 충전 차단	충전 완료	유선 충전 감지	RFU	RFU

· **D2DWC 희망 최소 전압:** D2DWC Unit 단자에서 필요로 하는 최소 전압, 1 bit당 10 mV 단위

<표 6-23> D2DWC Unit 희망 최소 전압

Bit Field	Voltage in mV
0-255	0 ~ 2,550 mV

## 부 록 1-1

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

### 지식재산권 확약서 정보

#### 1-1.1 지식재산권 확약서(1) (스타일 적용-대항목/소항목)

‘해당 사항 없음’

**부 록 1-2**

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

**시험인증 관련 사항**

‘해당 사항 없음’

## 부 록 1-3

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

### 본 표준의 연계(family) 표준

1.0. 2017년 12월 제정된 TTAK.KO-06.0460은 본 표준의 이전 버전으로, 본 표준을 1.1 버전으로 명시하였을 때 다음과 같은 사안이 수정되었다. 원 기술 표준에서는 WPC 표준 Class 0를 참고하여 Phone to Phone의 충전을 지원하는 D2DWC를 규정하였다. 개정 표준안 1.1 버전에서는 노트북에서 핸드폰으로의 충전 및 모바일 디바이스에의 급속 충전을 지원하기 위해서 15W까지의 중출력의 동작을 위해서 D2DWC Unit의 스펙을 재정의한다. 또한, EMT TX모듈에서 사용 가능한 주파수 영역인 400 kHz 안에서 사용 가능한 100 ~ 350 kHz의 주파수 동작을 정의한다.

1.0.1 “6.1 송수신기 결합 형태의 D2DWC Unit의 제어”에서 물리적 스펙을 수정하였으며, 동작 주파수, 출력 전압, 전류, 전력 등에 대한 수정함. 그리고 <표 6-1> D2DWC Unit의 TX 동작을 위한 스펙을 수정함.

1.0.2 “6.1.1 D2DWC Unit의 무선전력전송 제어 목적”에서 D2DWC Unit의 동작 제어 목적 내용을 수정함.

1.0.3 “6.1.2.1 D2DWC Unit의 TX 모드에서 동작 전압, 전류, 온도 조건”에서 급속 충전 및 중출력 동작을 위한 조건을 수정하였으며, (그림 6-4) 제안 표준의 D2DWC TX 동작 전압 다이어그램 및 (그림 6-5) 제안 표준의 D2DWC TX 동작 전압 다이어그램을 수정함.

1.0.4 “6.1.2.2 D2DWC Unit의 RX 모드에서 동작 전압, 전류, 온도 조건”에서 급속 충전 및 중출력 동작을 위한 조건을 수정하였으며, (그림 6-6) 제안 표준의 D2DWC RX 동작 가능한 전압/전류 다이어그램을 수정함

1.0.5 “6.2.1.2 회로 상세 규격”에서 주파수, 인덕턴스, 캐패시턴스 등의 회로의 전기적 특성을 수정하였으며, <표 6-3> 5W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로의 전기적 특성을 수정함

1.0.6 “6.2.2 15W급 WPT RX 안테나 디자인 가이드”에서 주파수, 인덕턴스, 캐패시턴스 등의 회로의 전기적 특성을 수정하였으며, (그림 6-10) 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 안테나 및 <표 6-4> 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 안테나 파라미터의 코일 두께 및 코일 감은 횟수 등을 수정함

1.0.7 “6.2.2.1 회로 상세 규격”에서 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로를 동작시키는 인버터 및 직렬 커패시터 스펙 등을 수정함. (그림 6-11) 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로 다이어그램과 <표 6-5> 15W급 WPT RX 규격의 D2DWC TX/RX 회로의 전기적 특성을 수정함

1.0.8 “6.3.2 D2DWC control”의 D2DWC Unit 전압 제한 필드를 수정하여 기존 10V 전압 제한에서 20V까지의 전압 제한 스펙을 변경하였으며, <표 6-12> D2DWC Unit 전압 제한에서 수정함

## 부 록 | -4

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

### 참고 문헌

- [1] The Qi Wireless Power Transfer System Power Class 0 Specification ver. 1.2.3

**부 록 1-5**

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

**영문표준 해설서**

‘해당 사항 없음’

부 록 1-6

(본 부록은 표준을 보충하기 위한 내용으로 표준의 일부는 아님)

표준의 이력

판수	채택일	표준번호	내용	담당 위원회
제1판	2017.12.23	제정 TTAK.KO-06.0460	본 표준은 모바일 디바이스 내의 자기장 전송 디바이스를 이용하여 디바이스 간의 상호 소출력 무선전력전송 및 제어를 가능 하도록 기술을 정의함에 있다.	TTA PG909
제1판	2018.12.XX	개정	개정 표준안 1.1 버전에서는 노트북에서 핸드폰으로의 충전 및 모바일 디바이스에의 급속 충전 동작을 위한 15W 까지의 중출력 스펙을 위해서 D2DWC Unit의 스펙을 재정의한다. 아래와 같은 부분이 수정됨 6.1 송수신기 결합 형태의 D2DWC Unit의 제어 6.1.1 D2DWC Unit의 무선 전력전송 제어 목적 6.1.2.1 D2DWC Unit의 TX 모드에서 동작 전압, 전류, 온도 조건 6.1.2.2 D2DWC Unit의 RX 모드에서 동작 전압, 전류, 온도 조건 6.2.1.2 회로 상세 규격 6.2.2 15W급 WPT RX 안테나 디자인 가이드 6.2.2.1 회로 상세 규격 6.3.2 D2DWC control	스마트전력전송 (PG909)