

# **EBIMU- 9DOF SPECIFICATION**

## **Attitude & Heading Reference System**

REV 1.1



**E2BOX COMPANY**  
**<http://www.e2box.co.kr>**

## INDEX

1. 특 징	3
2. 하드웨어 인터페이스	4
3. COMMUNICATION PROTOCOL SEQUENCE	6
4. 좌표 시스템	7
5. COMMUNICATION PROTOCOL DESCRIPTIONS	8
6. COMMUNICATION DETAILS	11
7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS	19
8. 하드웨어 사양	20
9. DIMENSIONS	21
10. Revision History	22

## 1. 특 징

**3축 자이로스코프, 3축 가속도센서, 3축 지자기센서, 32bit MCU로 구성**

**저전력** - Normal. 40mA @ 5V , PowerDown. 0.5mA @ 5V

**초소형 사이즈** (15mm x 23.5mm)

**간단한 인터페이스** - TTL level(3.3V) **시리얼통신 연결**  
(VCC,GND,TX,RX)

**넓은 범위의 통신 속도 지원** : 9600bps ~ 921600bps

**데이터 출력 속도 변경 기능** (100Hz ~ 1Hz)

**지자기센서 활성화/비활성 모드**

**가속도센서 데이터 출력 모드**

**Pitch / Roll / Yaw 축 각도 출력(EulerAngle)**

**Quaternion 출력기능**

**사용 환경에 따른 센서별 Sensitivity 조정기능**

- 자이로센서 : 250dps ~ 2000dps
- 가속도센서 : 2g ~ 8g
- 지자기센서 : 1.3gauss ~ 8.1gauss

**센서 캘리브레이션 기능**

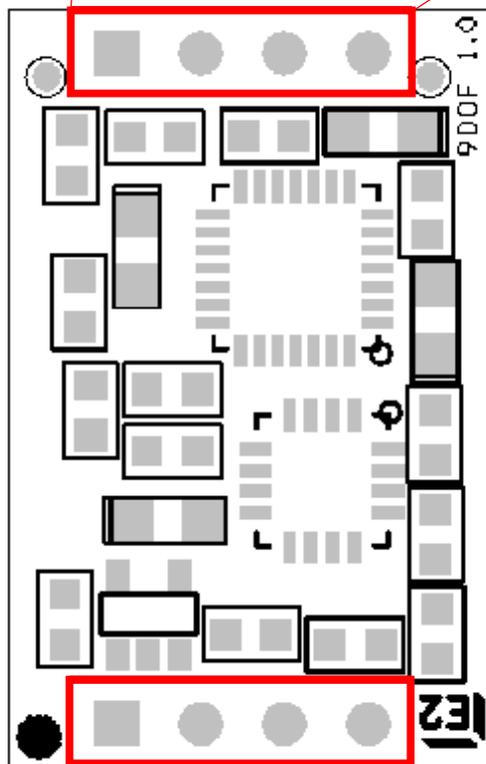
**모든설정은 내부 비휘발성메모리에 저장되어 전원 투입시 캘리브레이션 없이 즉시 사용가능**

**입력전압** : 3.5V ~ 7V (Recommended Voltage : 5V)

## 2. 하드웨어 인터페이스

### 2- 1. Pinouts

Pin No.	1	2	3	4
Description	nPD	nRESET	NC	NC



Pin No.	1	2	3	4
Description	VCC	GND	TX	RX

## 2- 2. 핀 설명

NAME	TYPE	DESCRIPTION
VCC	PWR	3.5V ~ 7V (Recommended Voltage : 5V)
GND	PWR	Ground (0V)
TX	OUT	Serial Data Output (3.3V TTL Level) 입력전원과 관계없이 3.3V Level로 동작합니다.
RX	IN	Serial Data Input (3.3V TTL Level) 입력전원과 관계없이 3.3V Level로 동작합니다.
nPD	IN	PowerDown Low신호 입력시 PowerDown모드로 진입합니다. VCC핀(3.5v~7V) 으로 10K 풀업저항이 달려 있습니다.
nRESET	IN	Reset Signal Low신호 입력시 Reset이 Active됩니다. 내부 3.3v 전원에 10K 풀업저항이 달려 있습니다.
NC	-	연결 하지 않습니다.

## 2- 3. 통신설정

BAUDRATE : 9600 bps ~ 921600bps (default : 115200bps)

PARITYBIT : No Parity

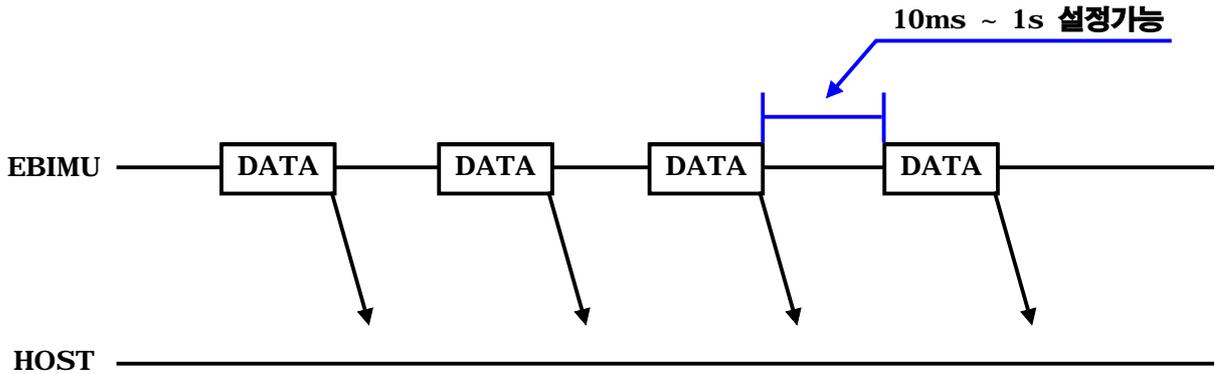
DATABIT : 8 Data bits

STOPBIT : 1 Stop bit

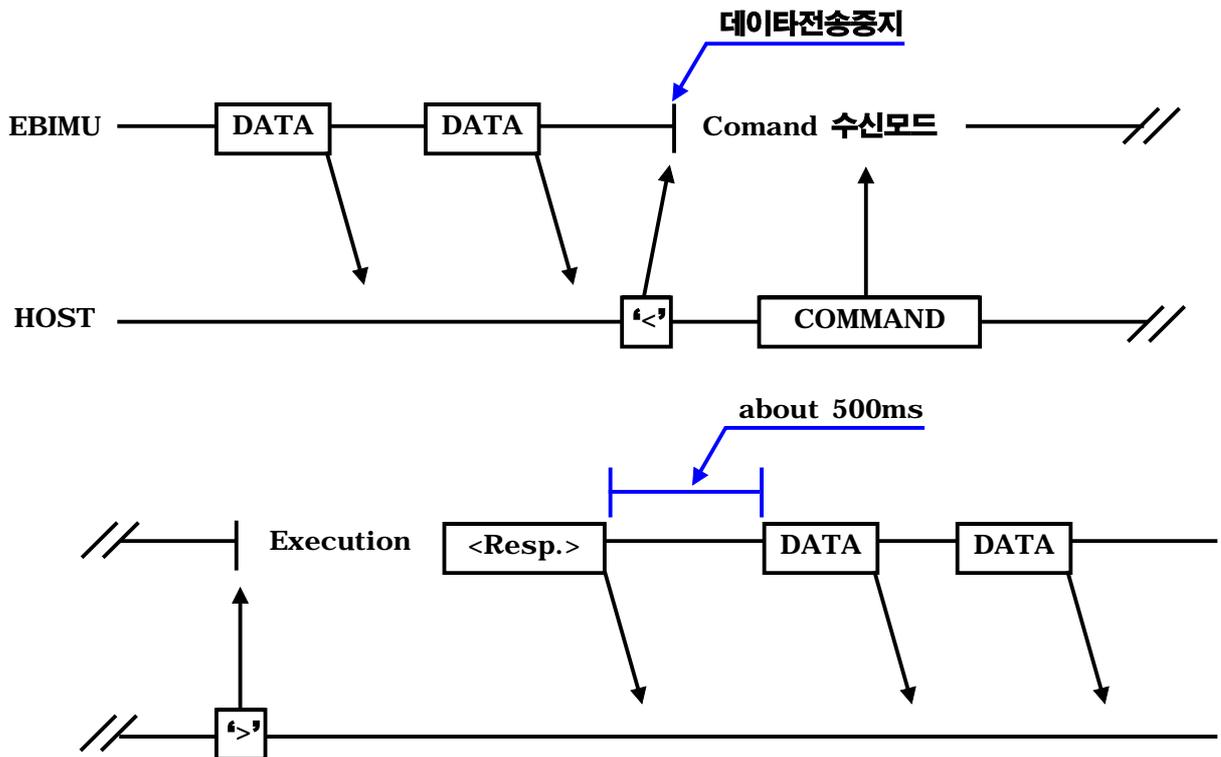
No H/W flow controls

### 3. COMMUNICATION PROTOCOL SEQUENCE

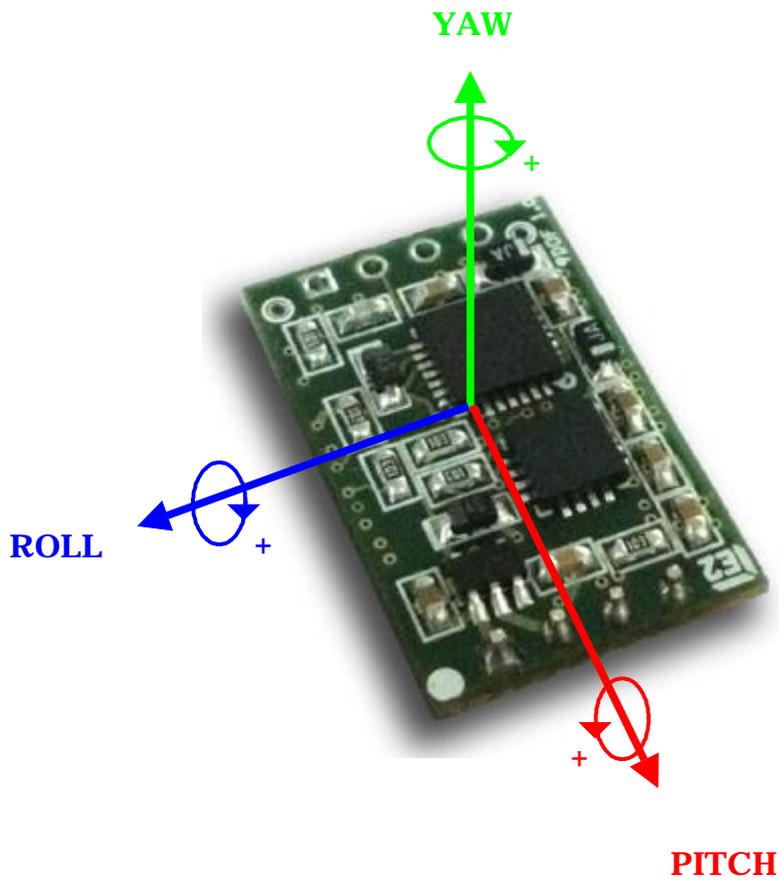
#### 3- 1. Normal Operations



#### 3- 2. Commnd Operations



#### 4. 좌표 시스템



## 5. COMMUNICATION PROTOCOL DESCRIPTIONS

(모든 송수신 데이터는 ASCII 입니다.)

### 5- 1. OUTPUT DATA FORMAT

SOL	DATA 1	sp	DATA 2	sp	...	sp	DATA n	EOL
*	ascii data 1	,	ascii data 2	,	...	,	ascii data n	CR LF

SOL : '\*' (2A)hex

DATA n : n 번째 데이터

EulerAngle 모드 출력순서

DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	DATA5	DATA6
Roll각	Pitch각	Yaw각	(가속도X)	(가속도Y)	(가속도Z)

Quaternion 모드 출력순서

DATA1	DATA2	DATA3	DATA4	DATA5	DATA6	DATA7
Q1	Q2	Q3	Q4	(가속도X)	(가속도Y)	(가속도Z)

가속도센서 값 출력은 설정에 의해 ON/OFF 할 수 있습니다.

sp : separator ',' (2C)hex

EOL : CR (0D)hex LF(0A)hex

ex) \*- 25.46,47.24,- 35.77(CR)(LF)

Roll : - 25.46도 , Pitch : 47.24도 , Yaw : - 35.77도

### 5- 2. COMMAND & RESPONSE FORMAT

STX	COMMAND (RESPONSE)	DATA	ETX
<	CMD	DATA	>

STX : '<' (3C)hex

CMD : COMMAND

DATA : DATA

ETX : '>' (3E)hex

DATA 항목은 명령어에 따라 없을 수도 있습니다.

ex) command : <sb1> 통신 baudrate를 9600bps로 변경

response : <ok> 정상 처리 완료

## 5- 3. COMMAND CODE LIST

COMMAND		DATA	Description
SET BAUDRATE	sb	1 : 9600bps 2 : 19200bps 3 : 38400bps 4 : 57600bps 5 : 115200bps(default) 6 : 230400bps 7 : 460800bps 8 : 921600bps	Baudrate <b>설정</b> Databit, stopbit, paritybit는 <b>변경되지 않습니다.</b> Stopbit : 1bit Databit : 8bit Parity is none
SET OUTPUT RATE	sor	1~100	<b>데이터 출력 속도 설정</b> 출력속도 : 10ms * data
SET ENABLE MAGNETO	sem	0 : Magnetometer OFF 1 : Magnetometer ON	Magnetometer On/Off <b>설정</b>
SET OUTPUT ACCELERO	soa	0 : 가속도센서값 출력안함 1 : 가속도센서값 출력함	가속도센서값 출력 여부 <b>설정</b>
SET SENS GYRO	ssg	1 : 250dps 2 : 500dps 3 : 2000dps	자이로센서의 감도 <b>설정</b>
SET SENS ACCELERO	ssa	1 : 2g 2 : 4g 3 : 8g	가속도센서의 감도 <b>설정</b>
SET SENS MAGNETO	ssm	1 : 1.3 gauss 2 : 1.9 gauss 3 : 2.5 gauss 4 : 4.0 gauss 5 : 4.7 gauss 6 : 5.6 gauss 7 : 8.1 gauss	지자기센서의 감도 <b>설정</b>
SET OUTPUT FORMAT	sof	1 : Euler Angles 2 : Quaternion	<b>데이터 출력 포맷 설정</b>

COMMAND		DATA	Description
CALIBRATION GYRO	cg	NONE	자이로센서 캘리브레이션
CALIBRATION ACCELERO	ca	NONE	가속도센서 캘리브레이션
CALIBRATION GYRO & ACCEL	cz	NONE	자이로센서와 가속도센서 캘리브레이션
CALIBRATION 1 MAGNETO XY	cmxy	NONE	지자기센서의 XY축 캘리브레이션 1
CALIBRATION 1 MAGNETO Z	cmz	NONE	지자기센서의 Z축 캘리브레이션 1
CALIBRATION 2 MAGNETO XY	cnxy	NONE	지자기센서의 XY축 캘리브레이션 2
CALIBRATION 2 MAGNETO Z	cnz	NONE	지자기센서의 Z축 캘리브레이션 2
CALIBRATION MAGNETO OFFSET	cmo	NONE	지자기센서의 OFFSET 설정
CALIBRATION MAGNETO CLEAR OFFSET	cmco	NONE	지자기센서의 OFFSET을 0으로 Clear
LOAD FACTORY SETTINGS	lf	NONE	초기설정치 Load
VERSION CHECK	ver	NONE	Version 표시

#### 5- 4. RESPONSE CODE LIST

STATUS LIST		DESCRIPTION
OK	ok	정상처리 완료.
ERROR	er	Error 발생

## 6. COMMUNICATION DETAILS

### 6- 1. SET BAUDRATE

Baudrate를 설정합니다. Databit, stopbit, paritybit는 변경되지 않습니다.

Stopbit : 1bit

Databit : 8bit

Parity is none

<ok> 응답 이후 설정된 baudrate로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sb"	data	'>'

data :

'8'	921600bps
'7'	460800bps
'6'	230400bps
'5'	115200bps (default)
'4'	57600bps
'3'	38400bps
'2'	19200bps
'1'	9600bps

### 6- 2. SET OUTPUT RATE

데이터 출력 속도를 설정합니다.

출력속도 : 10ms \* data

data 범위는 1(10ms) ~ 100(1000ms) 까지 지정할 수 있습니다.

<ok> 응답 이후 설정된 출력 속도로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sor"	data	'>'

data : '1' ~ "100" (default : '1')

### 6- 3. SET ENABLE MAGNETO

지자기센서의 On/Off를 설정 합니다.

지자기센서의 경우 주변환경의 영향을 많이 받습니다.

지자기센서의 오동작이 큰 환경이나 Roll/Pitch만 사용하려는 경우 지자기센서를 OFF 시키는 것이 좋습니다.

지자기센서를 OFF로 설정하면 자동으로 3축 자이로센서와 3축 가속도센서만으로 Roll/Pitch/Yaw에 대한 출력을 냅니다. 이때 Yaw축에 대해선 시간이 지남에 따라 누적오차가 발생하게 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 모드로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sem"	data	'>'

data : '0' Magnetometer OFF  
'1' Magnetometer ON (default)

### 6- 4. SET OUTPUT ACCELERO

가속도센서값의 출력 여부를 설정 합니다.

가속도센서값 출력을 on 하였을 경우 데이터 출력 항목에 가속도센서 x,y,z 항목이 추가가 됩니다.

출력되는 가속도의 단위는 중력가속도 단위 g 입니다.

가속도센서는 움직이지 않더라도 항상 중력방향으로 1g의 값이 출력이 됩니다.

1g 는  $9.8\text{m/s}^2$  입니다. 가속도 단위로 환산하려면 9.8를 곱하면  $\text{m/s}^2$ 가 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 모드로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"soa"	data	'>'

data : '0' 가속도센서값 출력 OFF (default)  
'1' 가속도센서값 출력 ON

### 6- 5. SET SENS GYRO

자이로센서의 감도를 설정 합니다.

250dps, 500dps, 2000dps 로 설정할 수 있습니다.

단위는 degree/second 입니다.

값이 클 수록 빠른 움직임을 놓치지 않고 반영 할 수 있으며, 대신 정밀도는 떨어집니다. 반대로 값이 작을 수록 정밀도는 좋으나, 빠른 움직임 시 drift현상이 발생할 수 있습니다. 사용환경 및 목적에 맞게 설정 하십시오.

**이 설정을 변경 하였을 경우 반드시 자이로센서에 대한 Calibration을 수행 하십시오.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"ssg"	data	'>'

data : '1' 250dps  
 '2' 500dps  
 '3' 2000dps (default)

### 6- 6. SET SENS ACCELERO

가속도센서의 감도를 설정 합니다.

최대로 감지할 수 있는 중력가속도 값을 의미 합니다.

단위는 중력가속도 g 입니다.

사용환경 및 목적에 맞게 설정 하십시오.

**이 설정을 변경 하였을 경우 반드시 가속도센서에 대한 Calibration을 수행 하십시오.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"ssa"	data	'>'

data : '1' 2g  
 '2' 4g  
 '3' 8g (default)

### 6- 7. SET SENS MAGNETO

지자기센서의 감도를 설정 합니다.

최대로 감지할 수 있는 자기장 값을 의미 합니다.

단위는 gauss 입니다.

사용환경 및 목적에 맞게 설정 하십시오.

**이 설정을 변경 하였을 경우 반드시 지자기센서에 대한 Calibration을 수행 하십시오.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"ssm"	data	'>'

data : '1' 1.3 gauss  
 '2' 1.9 gauss  
 '3' 2.5 gauss (default)  
 '4' 4.0 gauss  
 '5' 4.7 gauss  
 '6' 5.6 gauss  
 '7' 8.1 gauss

### 6- 8. SET OUTPUT FORMAT

데이터 출력 포맷을 설정합니다.

Euler Angles 출력 또는 Quaternion 출력 으로 설정 할 수 있습니다.

Euler Angles 출력모드로 설정시 Roll, Pitch, Yaw 순서로 3개의 항목에 대한 값이 출력이 됩니다. 각 항목에 대한 값의 범위는 아래와 같습니다.

Roll 값의 범위 : - 180도 ~ +180도

Pitch 값의 범위 : - 90도 ~ +90도

Yaw 값의 범위 : - 180도 ~ +180도

Quaternion 출력모드로 설정시 x,y,z,w 순서로 4개의 항목에 대한 값이 출력이 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	DATA	ETX
'<'	"sof"	data	'>'

data : '1' Euler Angles (default)  
 '2' Quaternion

## 6- 9. CALIBRATION GYRO

자이로센서 x,y,z 축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.

**캘리브레이션 수행시 모들은 반드시 정지 상태에 있어야 합니다.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cg"	'>'

## 6- 10. CALIBRATION ACCELERO

가속도센서 x,y,z 축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.

**캘리브레이션 수행시 모들은 반드시 지표면에 대해 수평을 유지한 정지 상태로 있어야 합니다.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"ca"	'>'

## 6- 11. CALIBRATION GYRO &amp; ACCEL

자이로센서 x,y,z축과 가속도센서 x,y,z 축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.

자이로센서와 가속도센서의 캘리브레이션을 한번에 수행 합니다.

**캘리브레이션 수행시 모들은 반드시 지표면에 대해 수평을 유지한 정지 상태로 있어야 합니다.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cz"	'>'

6- 12. CALIBRATION 1 MAGNETO XY

지자기센서의 XY축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.

지자기센서의 캘리브레이션은 약간의 주의가 필요합니다. 다음과 같이 진행 하십시오.

1. 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다.
2. "<cmxy>" 명령후 모드를 지표면과 수평을 유지한 상태로 **일정속도로(천천히) 1바퀴 이상 회전** 시켜 주십시오.
3. '>' ETX를 한번 더 전송합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX	.....	ETX
'<'	"cmxy"	'>'		'>'

6- 13. CALIBRATION 1 MAGNETO Z

지자기센서의 Z축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.

지자기센서의 캘리브레이션은 약간의 주의가 필요합니다. 다음과 같이 진행 하십시오.

1. 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다.
2. "<cmz>" 명령후 모드를 지표면과 수직을 유지한 상태로 **일정속도로(천천히) 1바퀴 이상 회전** 시켜 주십시오.
3. '>' ETX를 한번 더 전송합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX	.....	ETX
'<'	"cmz"	'>'		'>'

6- 14. CALIBRATION 2 MAGNETO XY

지자기센서의 캘리브레이션을 CALIBRATION\_1 명령 보다 빠르고 정확하게 수행하기 위해 추가된 명령어 입니다. (지자기센서의 캘리브레이션은 CALIBRATION\_1, CALIBRATION\_2 명령중 하나만 수행하시면 됩니다.)

지자기센서의 XY축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.  
 지자기센서의 캘리브레이션은 약간의 주의가 필요합니다. 다음과 같이 진행 하십시오.

1. 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다.
2. 종이에 직선 하나를 그어 선에 맞게 수평으로 모듈을 위치시킵니다.
3. “<cnxy>” 명령 후 1초정도 대기합니다. 모듈을 180도 회전시켜 다시 선 맞게 위치시킵니다.
4. ‘>’ ETX 전송 후 <ok> 응답이 나올때 까지 기다립니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX	.....	ETX
'<'	"cnxy"	'>'		'>'

6- 15. CALIBRATION 2 MAGNETO Z

지자기센서의 캘리브레이션을 CALIBRATION\_1 명령 보다 빠르고 정확하게 수행하기 위해 추가된 명령어 입니다. (지자기센서의 캘리브레이션은 CALIBRATION\_1, CALIBRATION\_2 명령중 하나만 수행하시면 됩니다.)

지자기센서의 Z축에 대한 캘리브레이션을 수행 합니다.  
 지자기센서의 캘리브레이션은 약간의 주의가 필요합니다. 다음과 같이 진행 하십시오.

1. 주변에 자기장의 간섭을 일으킬만한 대상이 없어야 합니다.
2. 종이에 직선 하나를 그어 선에 맞게 수직으로 모듈을 위치시킵니다.
3. “<cnz>” 명령 후 1초정도 대기합니다. 모듈을 180도 회전시켜 다시 선 맞게 위치시킵니다.
4. ‘>’ ETX 전송 후 <ok> 응답이 나올때 까지 기다립니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.  
 설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX	.....	ETX
'<'	"cnz"	'>'		'>'

### 6- 16. CALIBRATION MAGNETO OFFSET

지자기센서의 OFFSET 각도를 설정 합니다.

지자기센서로부터 Yaw축에 대한 각도값 산출시 그 기준은 지구의 남/북 방향입니다. 이 기준을 현재 모듈의 기준으로 재설정 하는 역할을 합니다.

이 command는 다른 모든 캘리브레이션이 정상적으로 설정이 되어 있는 상태에서 수행 해야 합니다.

**모듈을 Yaw축의 기준점으로 정할 각도로 배치 한 후 <cmo> 명령을 실행 하십시오.**

**캘리브레이션 수행시 모듈은 반드시 지표면에 대해 수평을 유지한 정지 상태로 있어야 합니다.**

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cmo"	'>'

### 6- 17. CALIBRATION MAGNETO CLEAR OFFSET

지자기센서의 OFFSET 각도를 0으로 Clear 합니다.

Yaw축에 대한 각도 기준이 지구의 남/북 방향으로 설정 됩니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"cmco"	'>'

### 6- 18. LOAD FACTORY SETTINGS

제품 출하시 설정값으로 모두 복원 합니다.

<ok> 응답 이후 설정된 값으로 동작합니다.

설정된 내용은 내부 비휘발성 메모리에 자동 저장 됩니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"lf"	'>'

### 6- 19. VERSION CHECK

Version 정보를 표시합니다.

다른 명령과 달리 <ok> 응답을 하지 않습니다.

STX	COMMAND	ETX
'<'	"ver"	'>'

응답 예) "<1.0>"

## 7. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

### 7- 1. Absolute Maximum Ratings

Parameter	Maximum Value	Unit
Supply Voltage	- 0.3 to +7.5	V
Storage Temperature	- 40 to +125	°C
Operation Temperature	- 20 to +80	°C
Acceleration (any axis)	3000 for 0.5ms	g
	10000 for 0.1ms	g
Input Voltage TX/RX pin	- 0.3 to +5.3	V
Input Voltage nPD pin	- 0.3 to +7	V
Input Voltage nRESET	- 0.3 to +3.6	V

### 7- 2. DC Electrical Characteristics

Parameter	Min	Typ	Max	Unit
Supply voltage	3.5	5.0	7.0	V
Operating Current		40		mA
PownDown Current		0.5		mA
Input voltage HIGH(RX)	2.3		5.3	V
Input voltage LOW(RX)	- 0.3		2.0	V
Ouput voltage HIGH(TX)	2.4			V
Ouput voltage LOW(TX)			0.4	V
Input voltage HIGH(nRESET)	2.0		3.6	V
Input voltage LOW(nRESET)	- 0.3		0.8	V
Input Voltage HIGH(nPD)	2.0		VCC	V
Input Voltage LOW(nPD)	0		0.4	V

## 8. 하드웨어 사양

### 8- 1. Attitude & Heading

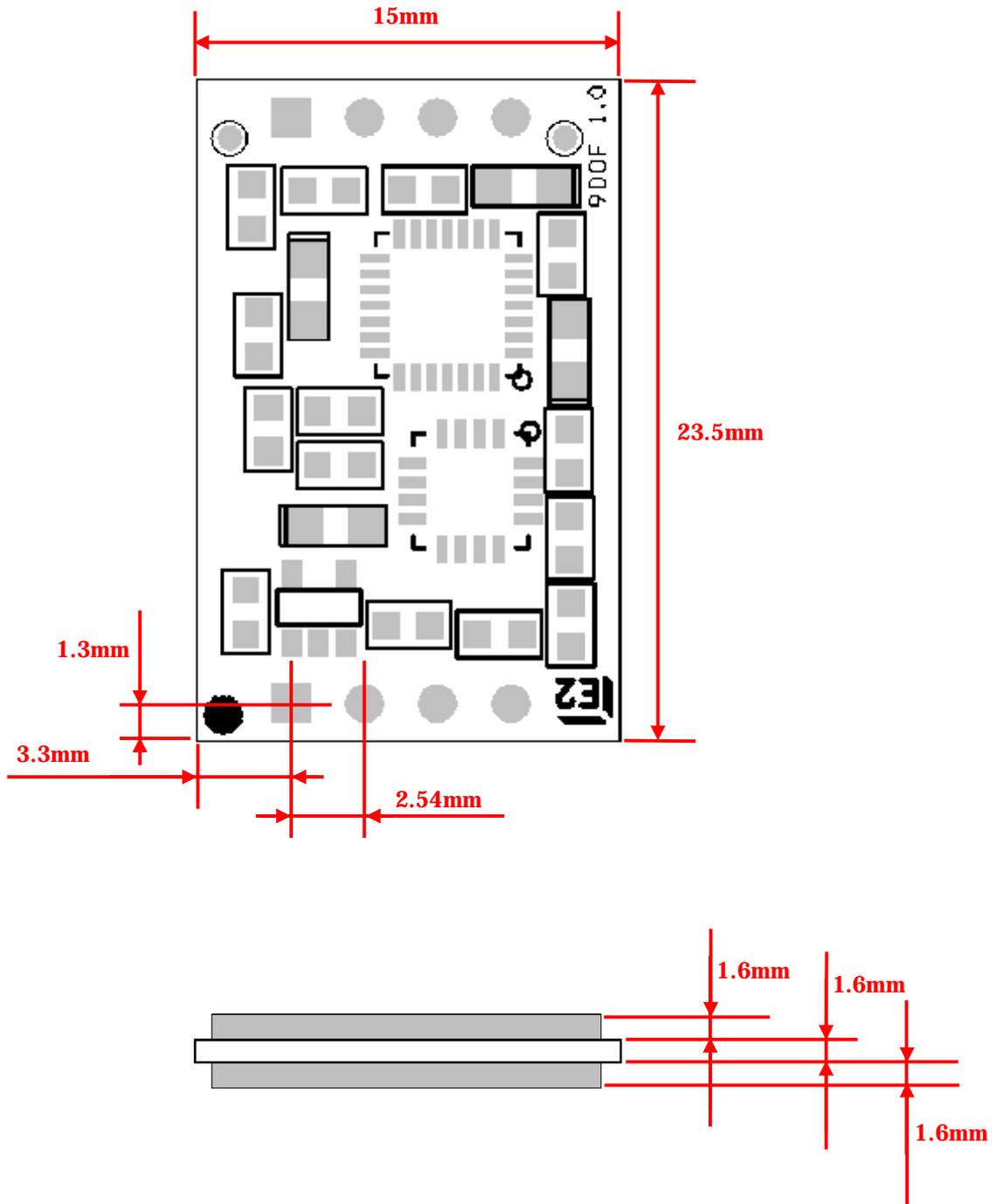
Parameter		Value	Unit
Static accuracy (roll/pitch)		< 0.5	deg
Static accuracy (yaw)		< 3	deg
Dynamic accuracy (RMS)		< 2	deg
Angular resolution		0.01	deg
Output Range	roll	- 180 ~ +180	deg
	pitch	- 90 ~ +90	
	yaw	- 180 ~ +180	
Output data rate		1Hz ~ 100Hz	Hz

### 8- 2. Accelerometer output

Parameter		Value	Unit
Measurement range		- 8 ~ +8	g
Sensitivity	2g	1	mg
	4g	2	
	8g	3.9	
Bandwidth		100	Hz
Sensitivity change vs. Temperature		- 0.01 ~ +0.01	%/°C

### 9. DIMENSIONS

15(W) \* 23.5(H) \* 4.8(D) mm



### Revision History

V1.0	Initial release
V1.1	CALIBRATION 2 MAGNETO XY 명령어 추가 CALIBRATION 2 MAGNETO Z 명령어 추가



**이투박스**

homepage : [www.e2box.co.kr](http://www.e2box.co.kr)

e- mail : [e2b@e2box.co.kr](mailto:e2b@e2box.co.kr)