

ARM<sup>®</sup> Cortex<sup>®</sup>-M  
32-bit Microcontroller

NuMicro<sup>®</sup> Family  
AHRS 模組  
User Manual

*The information described in this document is the exclusive intellectual property of Nuvoton Technology Corporation and shall not be reproduced without permission from Nuvoton.*

*Nuvoton is providing this document only for reference purposes of NuMicro microcontroller based system design. Nuvoton assumes no responsibility for errors or omissions.*

*All data and specifications are subject to change without notice.*

For additional information or questions, please contact: Nuvoton Technology Corporation.

[www.nuvoton.com](http://www.nuvoton.com)

## 目錄

|       |                                          |    |
|-------|------------------------------------------|----|
| 1     | 簡介 .....                                 | 5  |
| 1.1   | 特色 .....                                 | 5  |
| 1.2   | 新唐姿態運算優勢.....                            | 6  |
| 2     | AHRS 模組硬體介紹.....                         | 7  |
| 2.1   | 模組分類.....                                | 7  |
| 2.1.1 | 主控模組.....                                | 8  |
| 2.1.2 | 通信模組.....                                | 11 |
| 3     | 如何使用 AHRS 模組.....                        | 14 |
| 3.1   | 支援 IDE .....                             | 14 |
| 3.2   | 安裝 Nu-Link Mini 驅動程式 .....               | 14 |
| 3.3   | 下載 AHRS 模組原始碼 .....                      | 16 |
| 3.4   | 連接 Nu-Link Mini .....                    | 17 |
| 3.5   | 在 Keil uVision® IDE 使用 Nu-Link Mini..... | 18 |
| 4     | AHRS 模組資料運算庫 .....                       | 20 |
| 4.1   | 姿態運算庫框圖 .....                            | 21 |
| 4.2   | 姿態運算庫應用架構.....                           | 22 |
| 4.3   | AHRS 模塊架構 .....                          | 23 |
| 4.4   | AHRS 模塊應用框圖.....                         | 24 |
| 5     | AHRS 模組 Quick START .....                | 25 |
| 5.1   | 連接至 PC 主機.....                           | 25 |
| 5.2   | 尋找藍牙模組 .....                             | 25 |
| 5.3   | 使用 AHRS AP 觀看姿態 .....                    | 27 |
| 6     | AHRS 模組電路圖 .....                         | 30 |
| 6.1   | 主控端感測器電路圖.....                           | 30 |
| 6.2   | 主控端控制單元電路圖 .....                         | 31 |
| 6.3   | 通訊端充電電路圖.....                            | 32 |
| 6.4   | 通訊端電源及通訊電路圖 .....                        | 33 |
| 6.5   | AHRS 模組主控端 PCB 佈局.....                   | 34 |

6.6 AHRS 模組通信端 PCB 佈局.....36

7 REVISION HISTORY ..... 38

## 圖目錄

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| Figure 1-1 AHRS 模組.....               | 5  |
| Figure 2-1 AHRS 模組主控及通訊板全圖.....       | 7  |
| Figure 2-2 AHRS 模組主控端功能介紹圖.....       | 8  |
| Figure 2-3 AHRS 模組通信端藍牙與 USB 接口 ..... | 11 |
| Figure 2-4 AHRS 模組通信端功能介紹圖.....       | 12 |
| Figure 3-1 Nu-Link Mini 連接示意圖.....    | 17 |
| Figure 4-1 姿態運算庫框圖.....               | 21 |
| Figure 4-2 姿態運算庫應用於無人機架構 .....        | 22 |
| Figure 4-3 AHRS 資料庫模塊.....            | 23 |
| Figure 4-4 應用端框圖.....                 | 24 |
| Figure 5-1 搜尋 ITON DM 字樣的藍牙模組 .....   | 25 |
| Figure 5-2 與 ITON DM 配對成功.....        | 26 |
| Figure 5-3 Bluetooth 連結的標準序列埠.....    | 26 |
| Figure 5-4 AHRS 模組的初始資料.....          | 27 |
| Figure 5-5 AHRS AP 開啟位置.....          | 28 |
| Figure 5-6 AHRS AP 成功連結.....          | 28 |
| Figure 5-7 長方體方塊展現裝置目前姿態的狀況 .....     | 29 |
| Figure 6-1 主控端感測器電路圖 .....            | 30 |
| Figure 6-2 主控端控制單元電路圖 .....           | 31 |
| Figure 6-3 通訊端充電電路圖 .....             | 32 |
| Figure 6-4 通訊端電源及通訊電路圖 .....          | 33 |
| Figure 6-5 AHRS 模組主控端正面 PCB 佈局 .....  | 34 |
| Figure 6-6 AHRS 模組主控端反面 PCB 佈局 .....  | 35 |
| Figure 6-7 AHRS 模組通信端正面 PCB 佈局 .....  | 36 |
| Figure 6-8 AHRS 模組通信端反面 PCB 佈局 .....  | 37 |

## 1 簡介

AHRS (Attitude Heading Reference System) 模組姿態方向參考系統模組，搭載著新唐 NuMicro® M452 系列 MCU，內有強大的浮點運算單元，且擁有新唐獨家研發的姿態運算庫 (AHRS library)，是一種融合各種感測器且計算輸出尤拉角或是四元數，可給予後端開發輕鬆的獲取目前的姿態方向，可應用於無人機、VR 眼鏡、體感控制器、機器人、掃地機、相機雲台...等等；感測器有加速度計、陀螺儀、電子羅盤及高度計...等，模組上又整合了藍牙模組，可與手機或是電腦平台通訊，對於物聯網應用的開發者而言，可以帶來極大的便利性。

新唐 AHRS 模組主要針對應用於姿態方向的平台有相當的優勢，此開放性的平台所需的韌體、硬體以及應用軟體完全開源，是一個對於開發者極為友善的平台，包含了主控板及通訊板；主控板搭載著新唐 NuMicro® M452 系列 MCU，通訊板搭載著一藍牙通訊模組，這使得 AHRS 模組具備物聯網應用姿態運算所需的強大計算能力、快速轉化數據為有用資訊、減少數據傳輸時間。

### 1.1 特色

- 高效能計算特點
- 全開源的開放式平台
- 提供電腦端操作 AHRS AP
- 藍牙無線通訊
- 內建鋰電池充電電路
- 多樣化的感測器群，滿足開發者需求

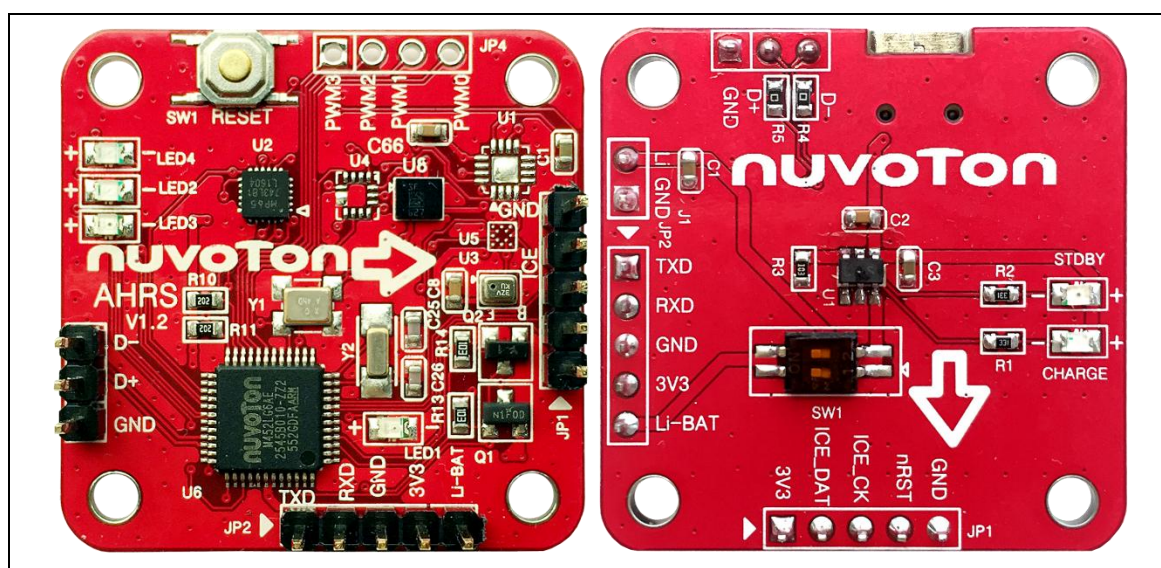


Figure 1-1 AHRS 模組

## 1.2 新唐姿態運算優勢

### 主控 M452 MCU

- 主頻 72 MHz
- 硬體浮點運算
- 帶 DSP 信號處理

### 開發工具齊備

- 開發套裝軟體
- 二次開發文件
- 開源硬體

### 運算庫優勢

- 零點飄移每小時小於 15 度 (帶溫度補償)
- 更新率達 1 KHz 以上 (1 ms 回算一次)
- 水準誤差小於 1 度，方位誤差小於 1.5 度
- 支持兩組感測器運算
- 支持使用者自選感測器

## 2 AHRS 模組硬體介紹

AHRS 模組發展平台搭載的 NuMicro® M452 系列 MCU 帶有 ARM® Cortex®-M4 核心，主頻最高可達 72 MHz。模組分為上板通訊板及下板主控板，上板為充電電路、藍牙模組、鋰電池接口、USB 接口組成，下板為 M452 MCU、加速度計、陀螺儀、電子羅盤、氣壓計等組成，可透過上板的藍牙晶片與手機或平板電腦通訊，將上板透過通訊連接埠，可發展出物聯網及各種不同的體感姿態應用。

### 2.1 模組分類

AHRS 模組開放式發展平台是由主控模組以及通訊模組所組成，兩模組互相堆疊後，可將姿態運算結果經由藍牙通訊模組傳送至電腦 AHRS AP，立即知道目前的姿態角度，如 Figure 2-1 所示。

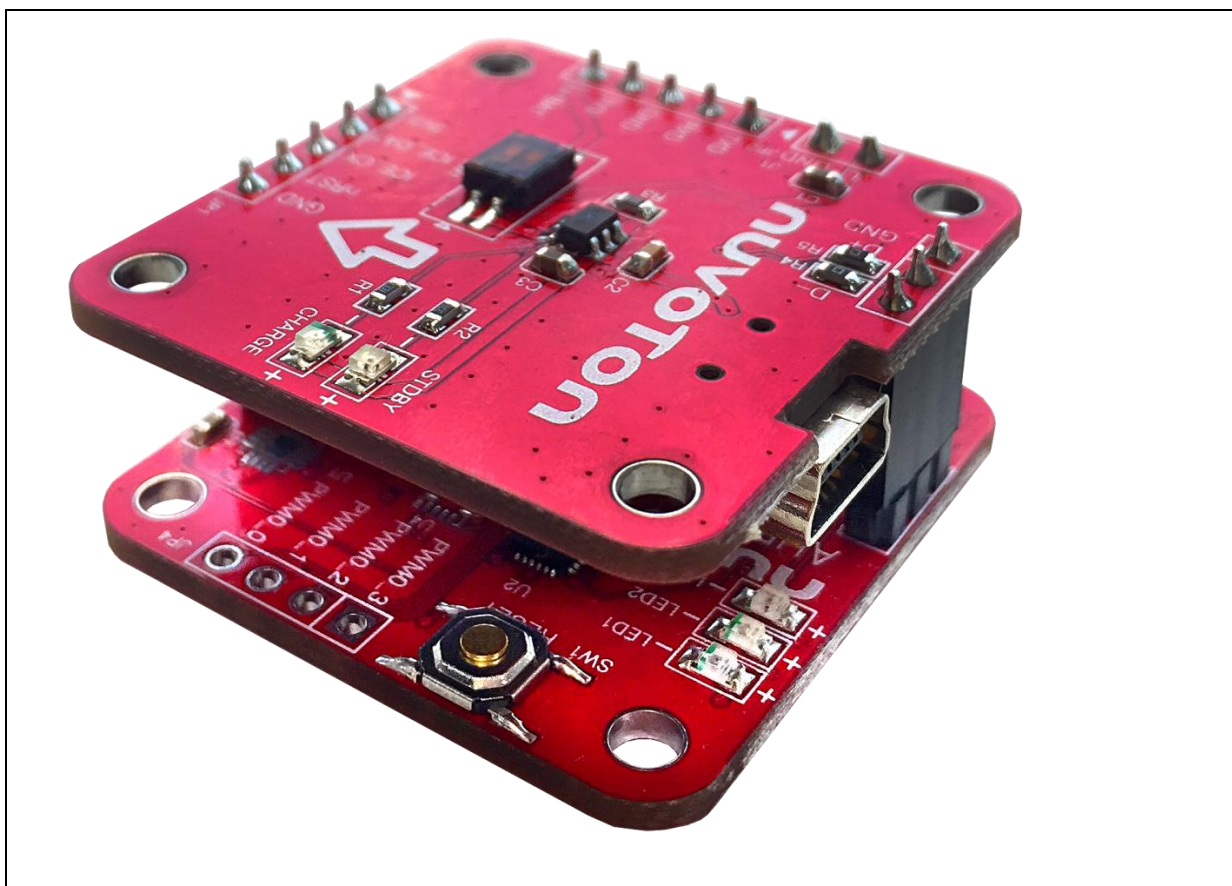


Figure 2-1 AHRS 模組主控及通訊板全圖

- **主控模組**

主控端包含十軸感測器(加速度計三軸、陀螺儀三軸、電子羅盤三軸以及氣壓計一軸)，並負責收集各個感測器的資料，板上搭載了 NuMicro® M452系列 MCU，且預留除錯及燒錄接口，可與通訊模組結合使用。

- **通訊模組**

通訊端包含充電電路、藍牙模組、鋰電池接口，以及 USB 接口，可與主控板結合使用。

### 2.1.1 主控模組

AHRS 模組主控端如 Figure 2-2 所示，主控端搭載了 NuMicro® M452LG6AE MCU，板子周邊有預留 UART、USB、PWM 接口，板上包含四顆 LED 燈，其中一顆為電源指示 LED 燈，三顆預留給使用者定義，一個重置按鈕及一組連接 Nu-Link Mini 進行燒錄與除錯的排針，以及一電源電量偵測的腳位接至 MCU。

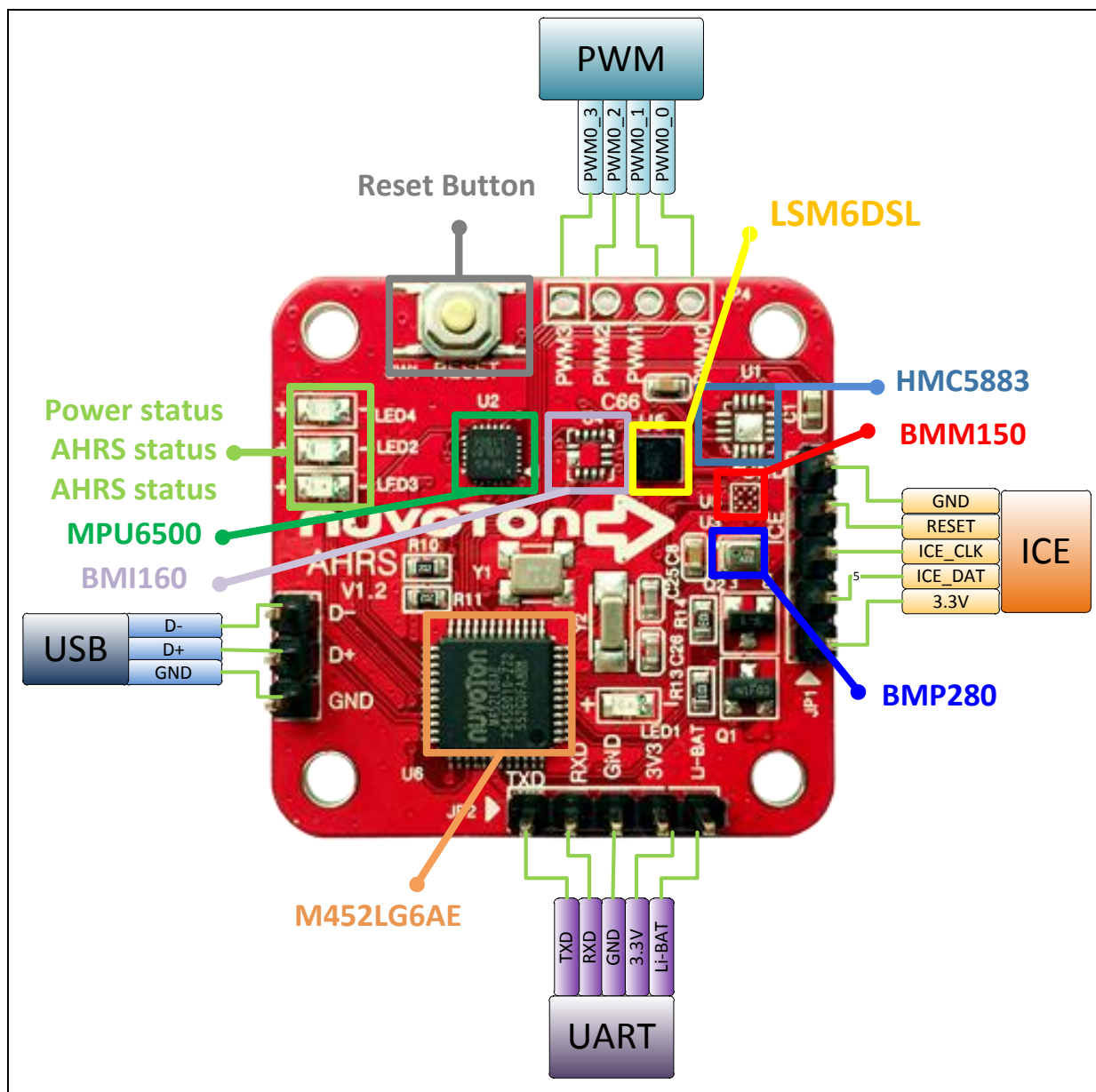


Figure 2-2 AHRS 模組主控端功能介紹圖

- JP1 - ICE interface for Nu-Link Mini

| JP1   | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | VDD33                 | VDD33              |
| Pin 2 | ICE_DAT               | ICE_DAT            |
| Pin 3 | ICE_CLK               | ICE_CLK            |
| Pin 4 | ICE_RST               | nRESET             |
| Pin 5 | VSS                   | VSS                |

- JP2 – UART Interface

| JP2   | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | UART_TX               | UART0_TX / PD.0    |
| Pin 2 | UART_RX               | UART0_RX / PD.1    |
| Pin 3 | VSS                   | VSS                |
| Pin 4 | VDD33                 | VDD33              |
| Pin 5 | Li-BAT                | VDD                |

- J3 - USB Interface

| J3    | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | VSS                   | VSS                |
| Pin 2 | D+                    | D+                 |
| Pin 3 | D-                    | D-                 |

- JP4 – PWM Interface

| JP4   | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | PWM0_CH3              | PWM0_CH3 / PC.3    |
| Pin 2 | PWM0_CH2              | PWM0_CH2 / PC.2    |
| Pin 3 | PWM0_CH1              | PWM0_CH1 / PC.1    |
| Pin 4 | PWM0_CH0              | PWM0_CH0 / PC.0    |

- LED

| LED  | MCU Pin Assignment | Description          |
|------|--------------------|----------------------|
| LED1 | VDD33              | Power LED            |
| LED2 | PWM1_CH1 / PA.1    | LED for user defined |
| LED3 | PWM1_CH2 / PA.2    | LED for user defined |
| LED4 | PWM1_CH0 / PA.0    | LED for user defined |

- Battery Power Detect

| Battery Detect | MCU Pin Assignment | Description                  |
|----------------|--------------------|------------------------------|
| BAT_DT         | EADC_CH2 / PB.2    | Pin for battery power detect |

AHRS 模組主控端上的感測器詳細資料如下表：

- Sensors

| Numbering | Part No. | Description                                                 |
|-----------|----------|-------------------------------------------------------------|
| U1        | HMC5883  | 3-Axis Digital Compass sensor                               |
| U2        | MPU6500  | Six-Axis (Gyro + Accelerometer) MEMS Motion Tracking Device |
| U3        | BMP280   | Barometric Pressure Sensor                                  |
| U4        | BMI160   | Six-Axis (Gyro + Accelerometer) MEMS Motion Tracking Device |
| U5        | BMM150   | 3-Axis Digital Compass sensor                               |
| U6        | LSM6DSL  | Six-Axis (Gyro + Accelerometer) MEMS Motion Tracking Device |

### 2.1.2 通信模組

AHRS 模組通信端反面如 Figure 2-3 所示，搭載了一藍牙模組，板子周邊有預留 UART、USB 接口與主控板連接。模組正面如 Figure 2-4 所示，包含兩顆 LED 燈，其中一顆為充電指示 LED 燈，另一顆 LED 為 Li-battery standby 指示燈，一組連接 Nu-Link Mini 進行燒錄與除錯的排針，以及一電源至 MCU 開關。

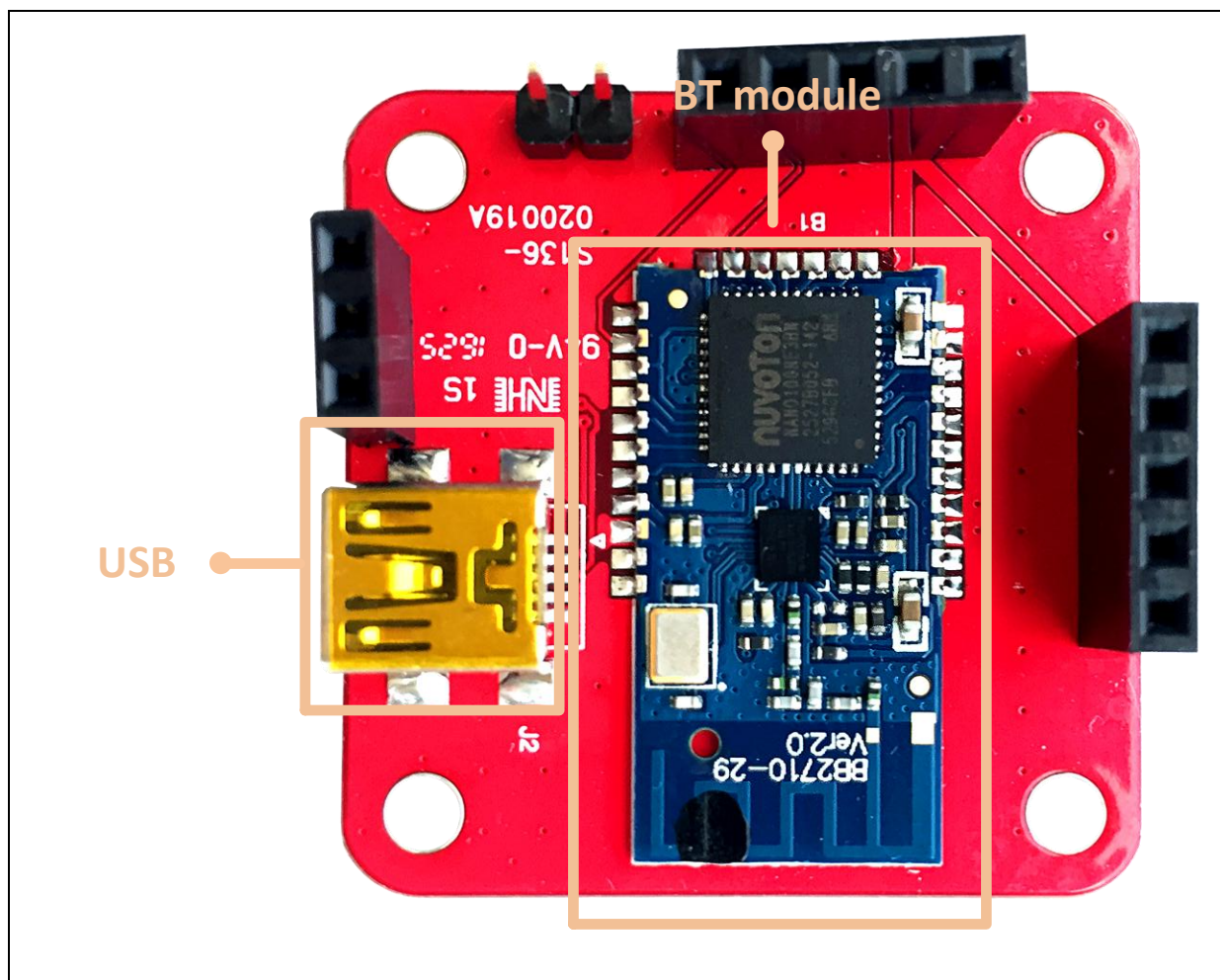


Figure 2-3 AHRS 模組通信端藍牙與 USB 接口

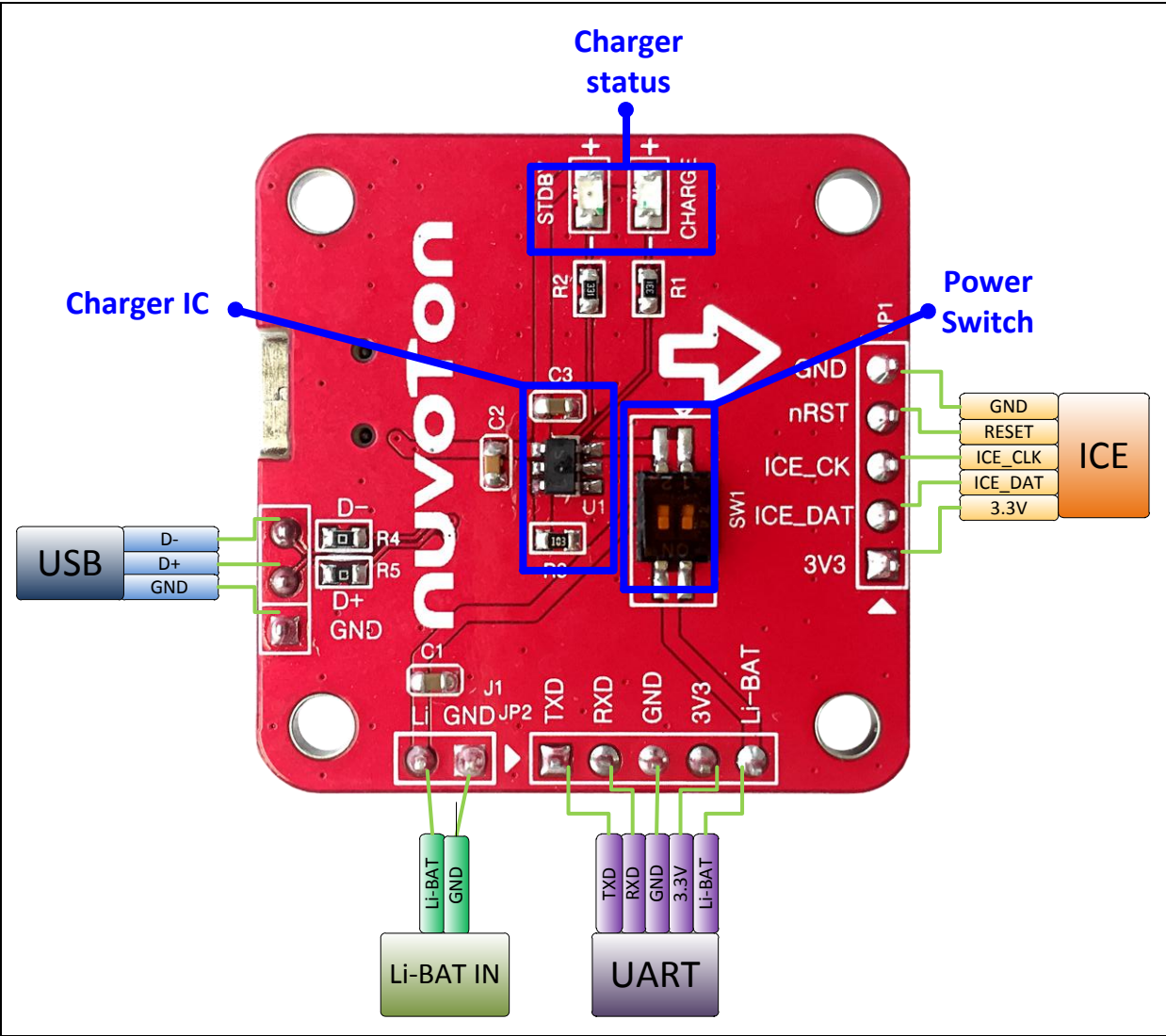


Figure 2-4 AHRS 模組通信端功能介紹圖

● JP1 - ICE Interface for Nu-Link Mini

| JP1   | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | VDD33                 | VDD33              |
| Pin 2 | ICE_DAT               | ICE_DAT            |
| Pin 3 | ICE_CLK               | ICE_CLK            |
| Pin 4 | ICE_RST               | nRESET             |
| Pin 5 | VSS                   | VSS                |

- JP2 – UART Interface

| JP2   | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | UART_TX               | UART0_TX / PD.0    |
| Pin 2 | UART_RX               | UART0_RX / PD.1    |
| Pin 3 | VSS                   | VSS                |
| Pin 4 | VDD33                 | VDD33              |
| Pin 5 | Li-BAT                | VDD                |

- J3 - USB Interface

| J3    | Interface Signal Name | MCU Pin Assignment |
|-------|-----------------------|--------------------|
| Pin 1 | VSS                   | VSS                |
| Pin 2 | D+                    | D+                 |
| Pin 3 | D-                    | D-                 |

- LED

| LED    | Charger Pin Assignment | Description              |
|--------|------------------------|--------------------------|
| CHARGE | CHARGE                 | Li-Battery charger mode. |
| STDBY  | STDBY                  | Li-Battery standby mode. |

- Switch

| ● Switch | Pin Assignment | Description                     |
|----------|----------------|---------------------------------|
| SW1      | VBAT           | Li-Battery power to main board. |

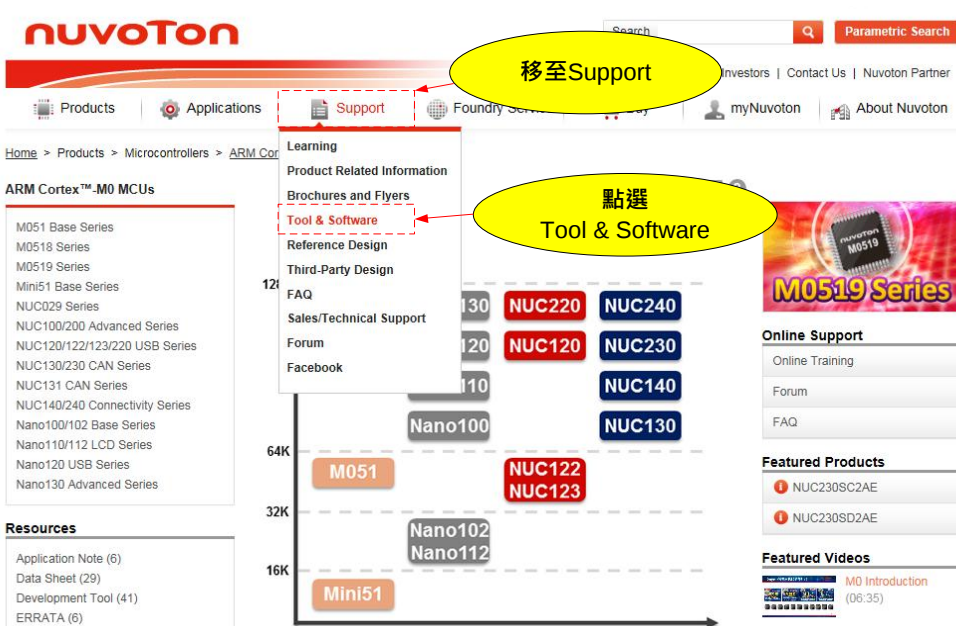
### 3 如何使用 AHRS 模組

#### 3.1 支援 IDE

- IAR Embedded Workbench
- Keil uVision® IDE

#### 3.2 安裝 Nu-Link Mini 驅動程式

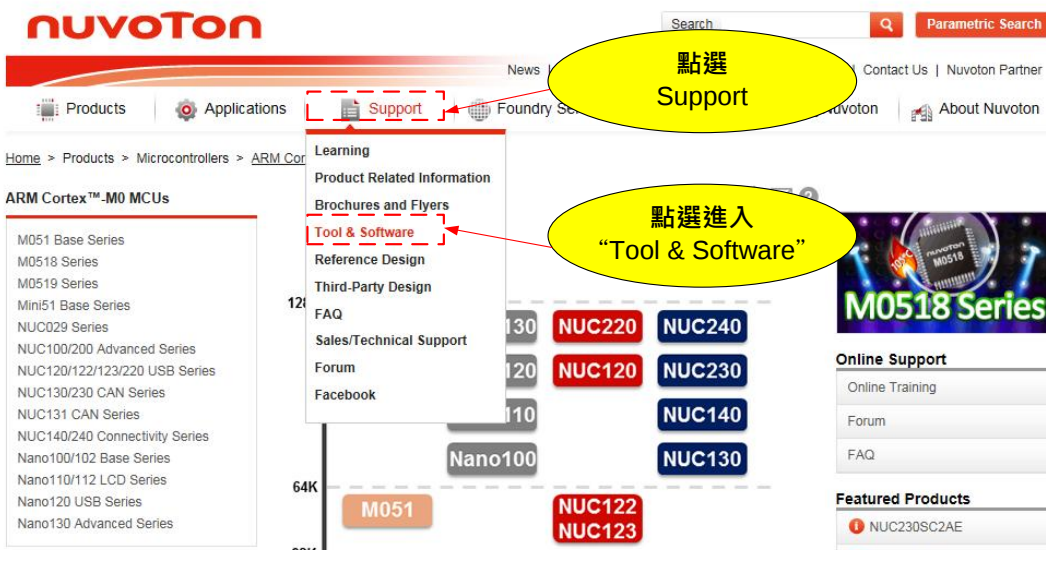
請至新唐科技官方網站 (<http://www.nuvoton.com/NuMicro>)，依使用者使用的開發環境下載 “NuMicro® Keil µVision® IDE driver” 或 “NuMicro® IAR Embedded Workbench driver” 後，解壓縮下載檔案並執行 Nu-Link\_Keil\_Driver.exe” 或 “Nu-Link\_IAR\_Driver.exe” 安裝驅動程式。

|       |                                                                                               |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Step1 | 拜訪新唐 NuMicro® 網站： <a href="http://www.nuvoton.com/NUMICRO">HTTP://WWW.NUVOTON.COM/NUMICRO</a> |
| Step2 |            |



### 3.3 下載 AHRS 模組原始碼

請至新唐科技官方網站 (<http://www.nuvoton.com/NuMicro>)，依照下列步驟下載 AHRS 模組原始碼。

|       |                                                                                                                   |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Step1 | Visit The Nuvoton NuMicro® Website: <a href="http://www.nuvoton.com/NUMICRO">HTTP://WWW.NUVOTON.COM/NUMICRO</a> . |
| Step2 |                                |
| Step3 |                               |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Step4 | <p>特色：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>高效能計算特點</li> <li>全開源的開放式平台</li> <li>提供電腦端操作 AHRS AP</li> <li>藍牙無線通訊</li> <li>內建鋰電池充電電路</li> <li>多樣化的感測器群，滿足開發者需求</li> </ul> <p>Resource:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li> AHRS Module User Manual</li> <li> AHRS Module Software</li> </ul> |
| Step5 | 下載 SW_AHRS_Module_V1.0 軟體                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

點選下載  
"AHRS Module Software"

### 3.4 連接 Nu-Link Mini

將 Nu-Link Mini 接口連接至 AHRS 模組目標模組的 ICE 介面上，並將 Nu-Link Mini 的 USB 接口與電腦連接，此時電腦端會開始搜索 USB 裝置，並且會辨識 Nu-Link Mini 為 USB ICE 顯示在控制台的裝置管理員上，並且 Nu-Link Mini 與 AHRS 模組的電源指示燈會亮起，如 Figure 3-1 所示。

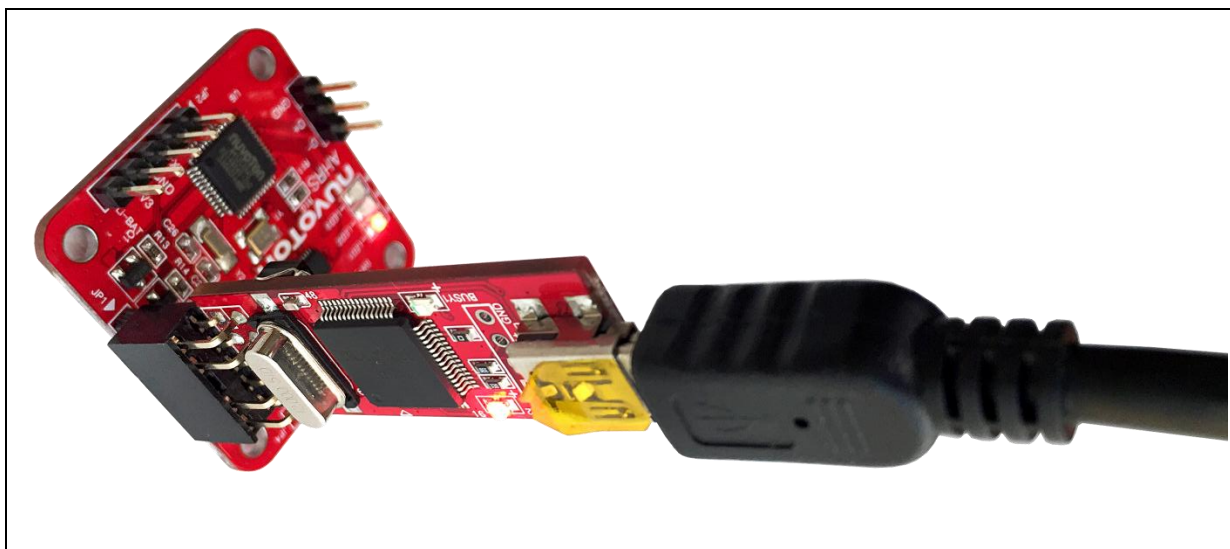
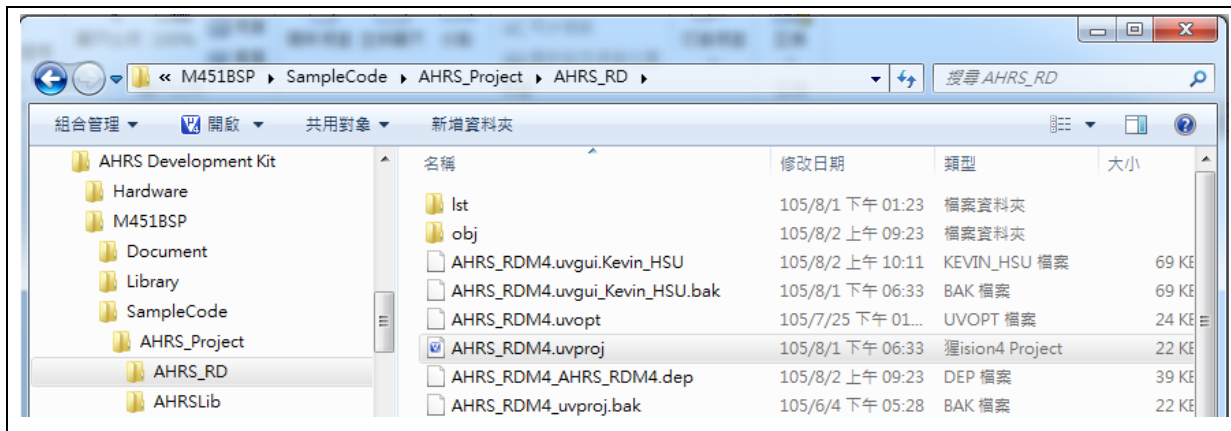


Figure 3-1 Nu-Link Mini 連接示意圖

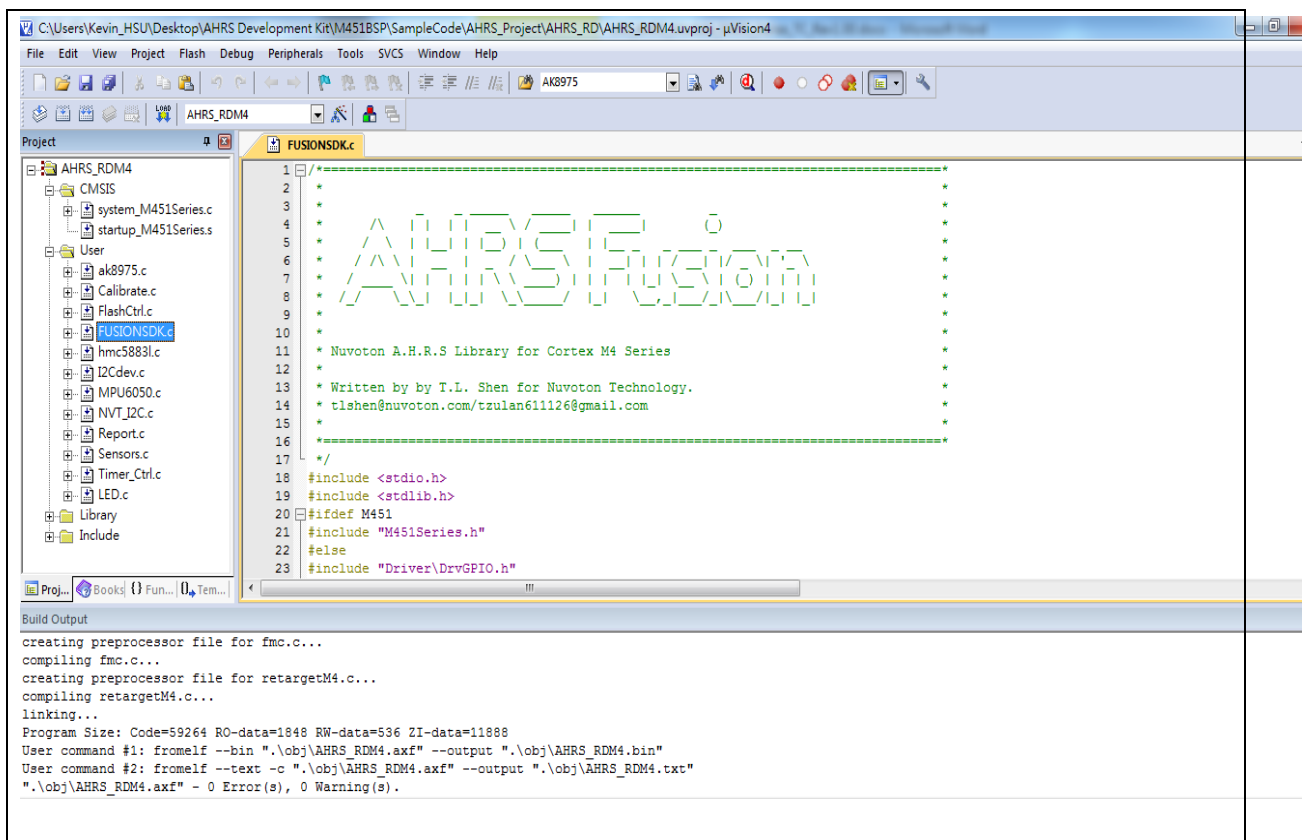
### 3.5 在 Keil uVision® IDE 使用 Nu-Link Mini

1. AHRS 模組原始專案會預設放置在以下路徑：

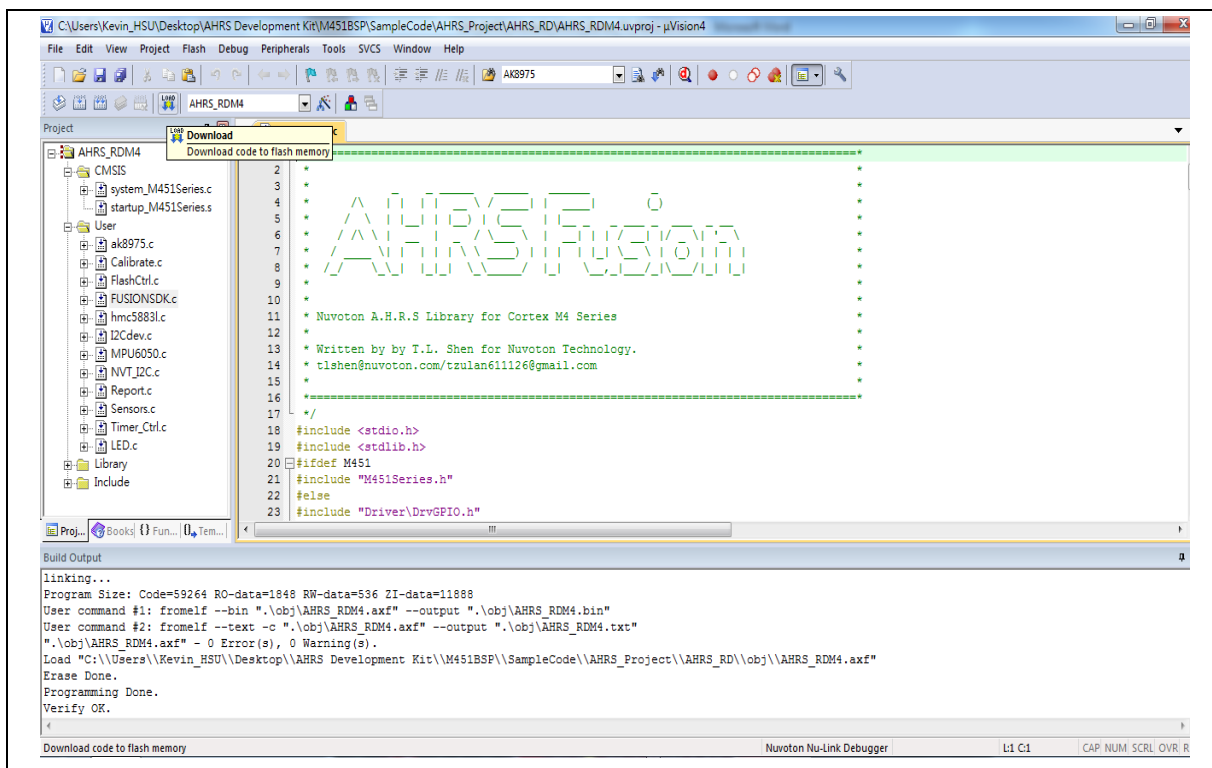
AHRS Development Kit\M451BSP\SampleCode\AHRS\_Project\AHRS\_RD



2. 點擊  “Build” 編譯 AHRS\_RD 專案。



3. 點擊  “Download”，燒錄程序至 AHRS 模組。



## 4 AHRS 模組資料運算庫

AHRS (Attitude Heading Reference System) 資料庫為新唐獨家研發，其可將加速度計、陀螺儀、電子羅盤以及高度計等感測器原始資料融合運算，進而得出尤拉角或是四元數，使設備了解目前角度的變化再作適當的姿態的轉換。

AHRS 運算庫應用架構優勢：

- 明確切分底層 AHRS 運算庫與應用程式。
- AHRS 運算庫提供完整的 API 介面，與相關開發檔。
- 提供完整範例程式，方便用戶端二次開發。
- AHRS 運算庫不需搭配特定感測器。
- 提供 Console 命令列，可動態切換訊息輸出。
- 提供尤拉角與四元數輸出。

#### 4.1 姿態運算庫框圖

AHRS 系統分為校準以及融合兩部運算，如 Figure 4-1 所示：

- 校準程式針對加速度計、陀螺儀及電子羅盤取樣並產生校準參數。
- 融合程式輸入為感測器原始值，輸出為尤拉角或四元數。

AHRS 系統需求：

- Nuvoton M452 MCU
- RAM : 16 KB
- Flash : 64 KB
- 6 軸或 10 軸感測器

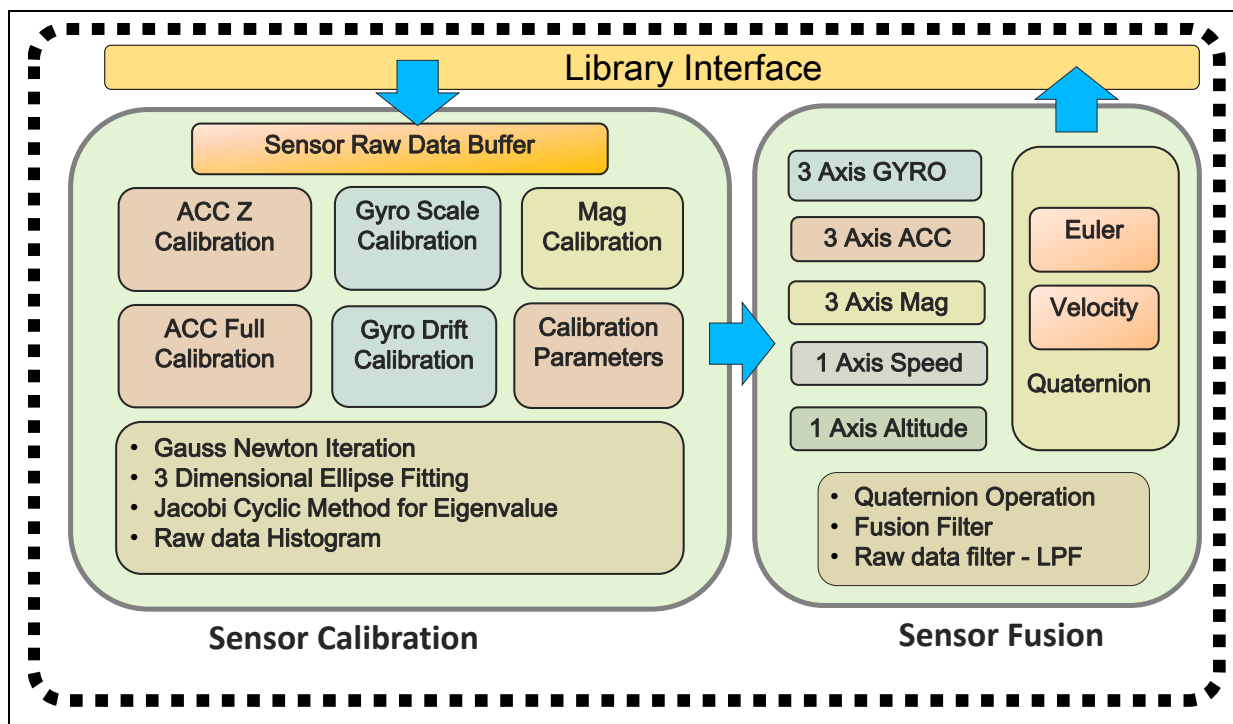


Figure 4-1 姿態運算庫框圖

## 4.2 姿態運算庫應用架構

姿態運算庫應用於無人機架構，如 Figure 4-2 所示。

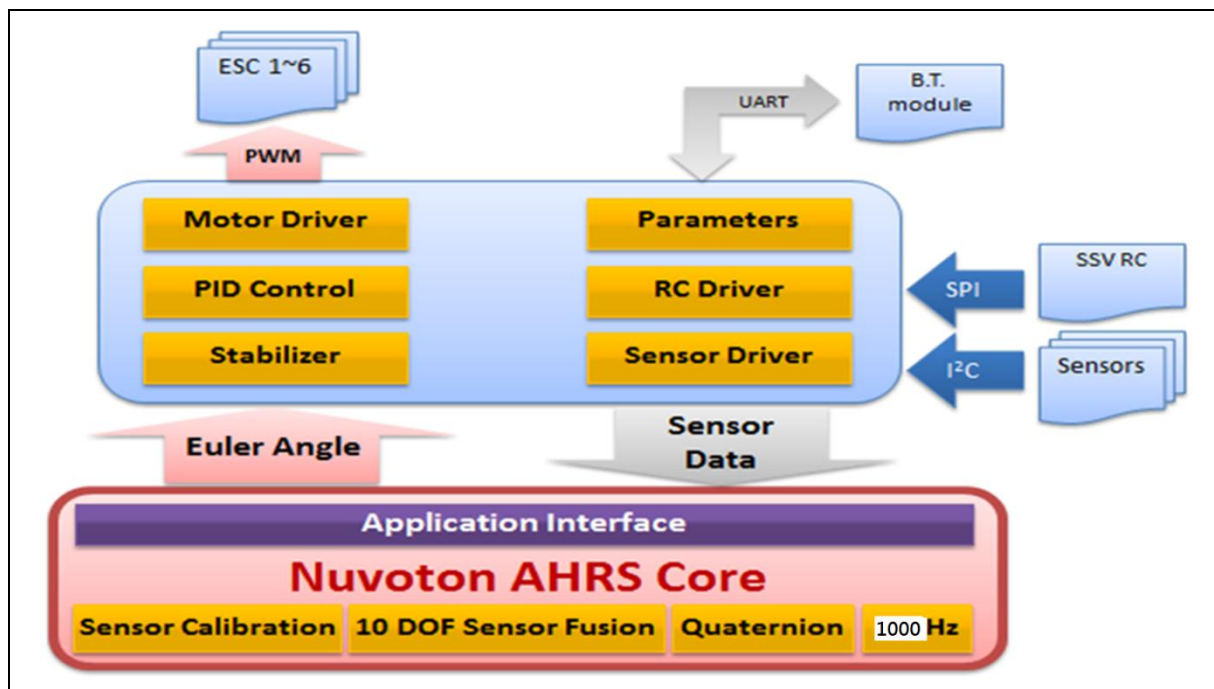


Figure 4-2 姿態運算庫應用於無人機架構

### 4.3 AHRS 模塊架構

AHRS 資料庫模塊如 Figure 4-3 所示，將陀螺儀、加速度計、磁力計以及氣壓計等十軸感測試的原始資料 (Raw data) 給予 AHRS 資料庫，將這些原始資料進行融合運算後，最後可得出尤拉角或是四元數經由 UART 介面傳送給後方應用端。

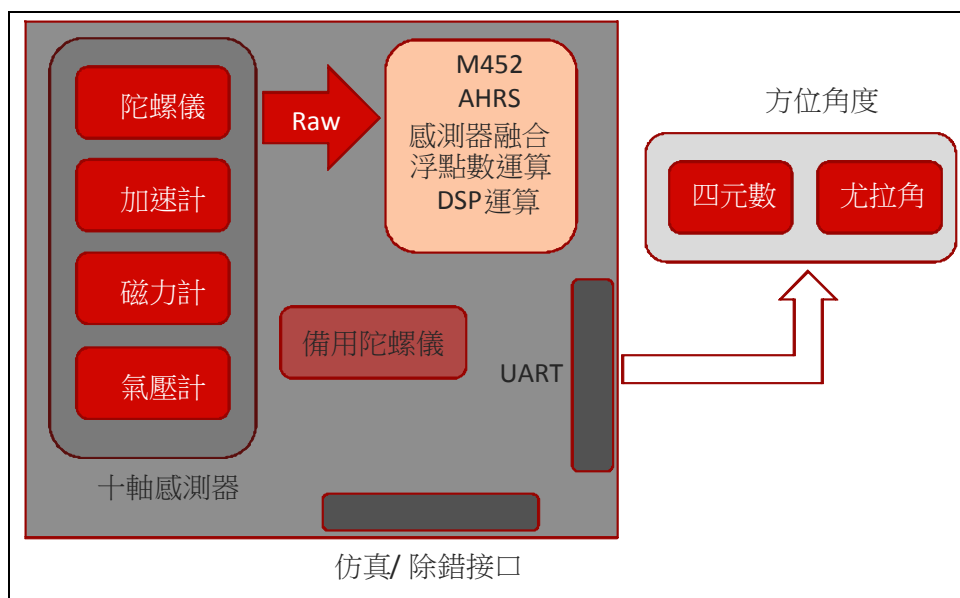


Figure 4-3 AHRS 資料庫模塊

#### 4.4 AHRS 模塊應用框圖

主控板上的 M452 MCU 因 AHRS 資料庫將傳感器的原始資料融合，產生出尤拉角與四元數經由 UART 送給了後方的應用端，應用端的主控系統得到了尤拉角或是四元數後，即可辨別裝置目前的姿態、方向、移動及偏移的角度，應用端的主控系統得到了指引動作的哨兵，所有的姿態變化皆在掌握中，應用端框圖如 Figure 4-4 所示。

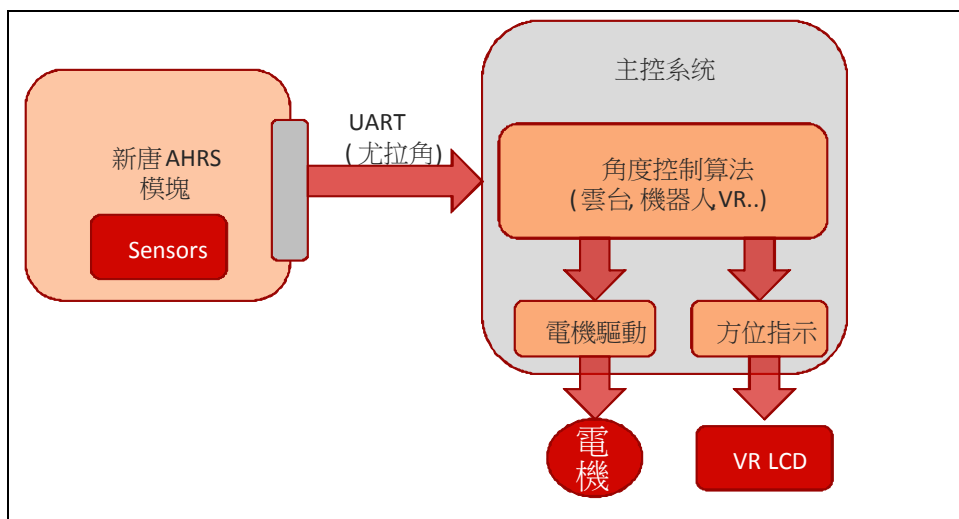


Figure 4-4 應用端框圖

## 5 AHRS 模組 QUICK START

此章節主要介紹如何讓 AHRS 模組快速上手，依照此章節步驟即可了解模組如何使用，進而發展出您所需要的產品。

### 5.1 連接至 PC 主機

USB 接口 J2 連接電腦，可供給整個系統電源，另外也可供給鋰電池作充電使用。

### 5.2 尋找藍牙模組

使用 USB 上電後，打開電腦上的藍牙設備且搜尋 ITON DM 字樣的藍牙模組，如 Figure 5-1 所示，接著進行配對，配對成功如 Figure 5-2 所示，最後打開裝置管理員，在連接埠 (COM 和 LPT) 找到透過 Bluetooth 連結的標準序列埠 (COM number)，如 Figure 5-3 所示。

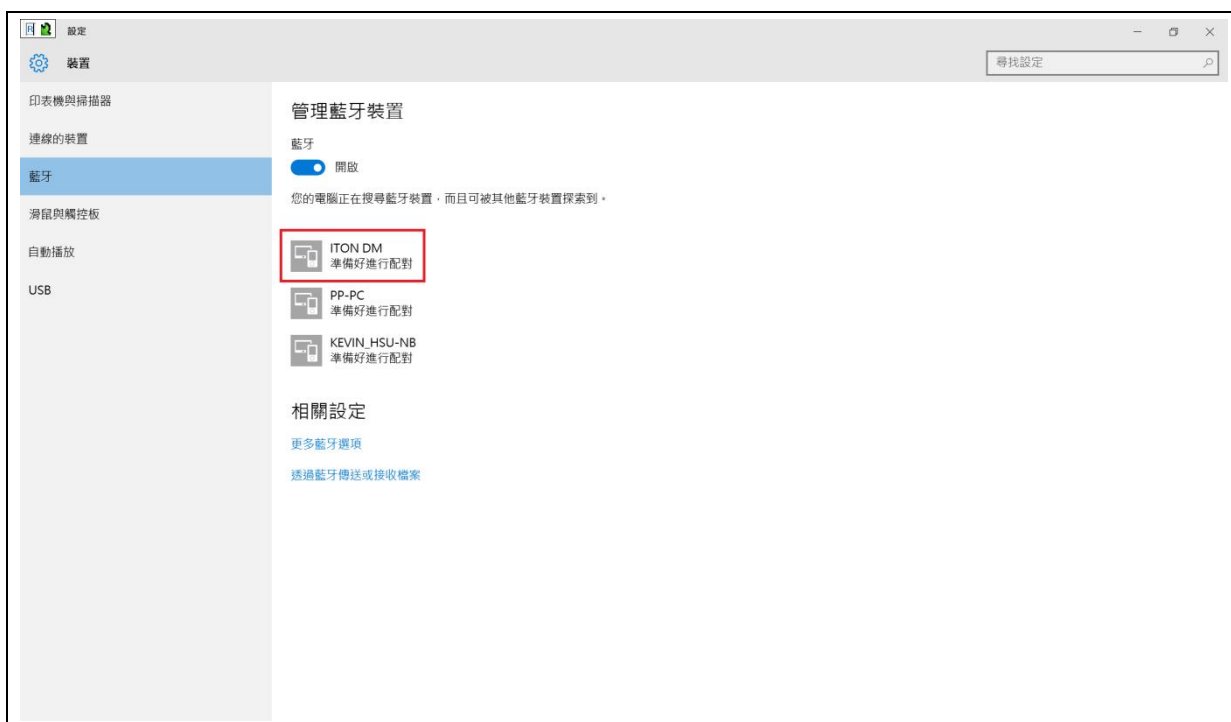


Figure 5-1 搜尋 ITON DM 字樣的藍牙模組

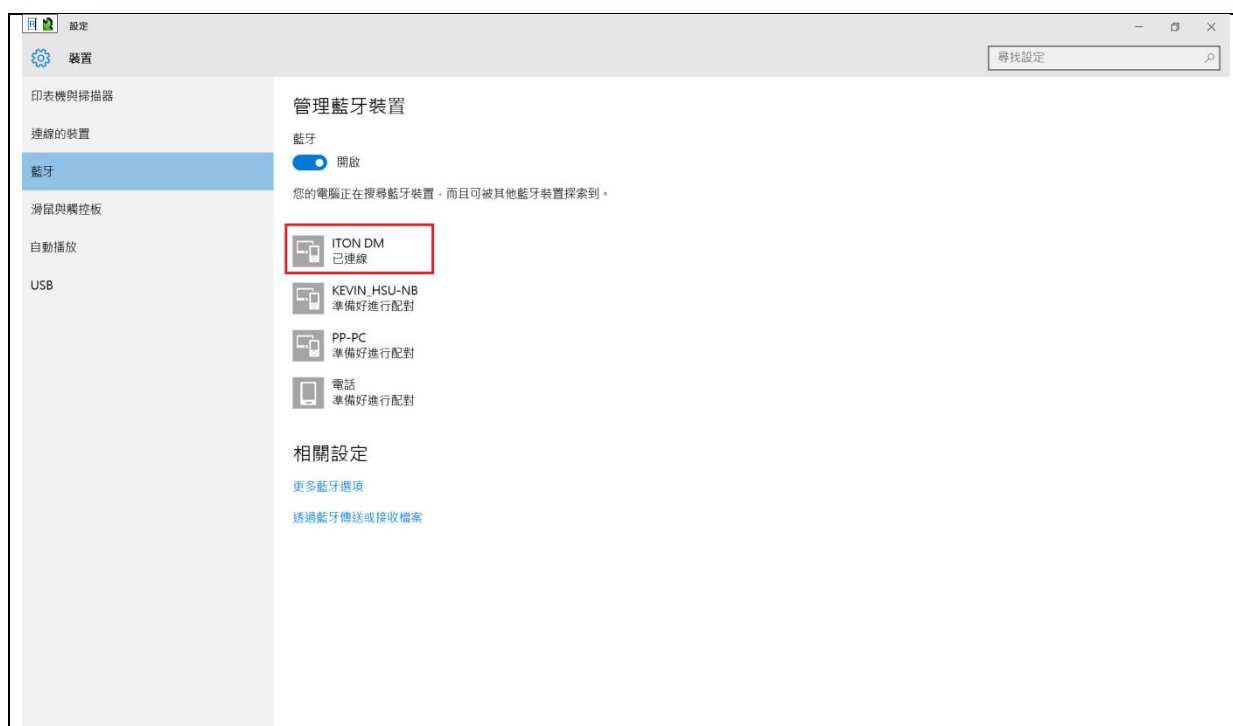


Figure 5-2 與 ITON DM 配對成功

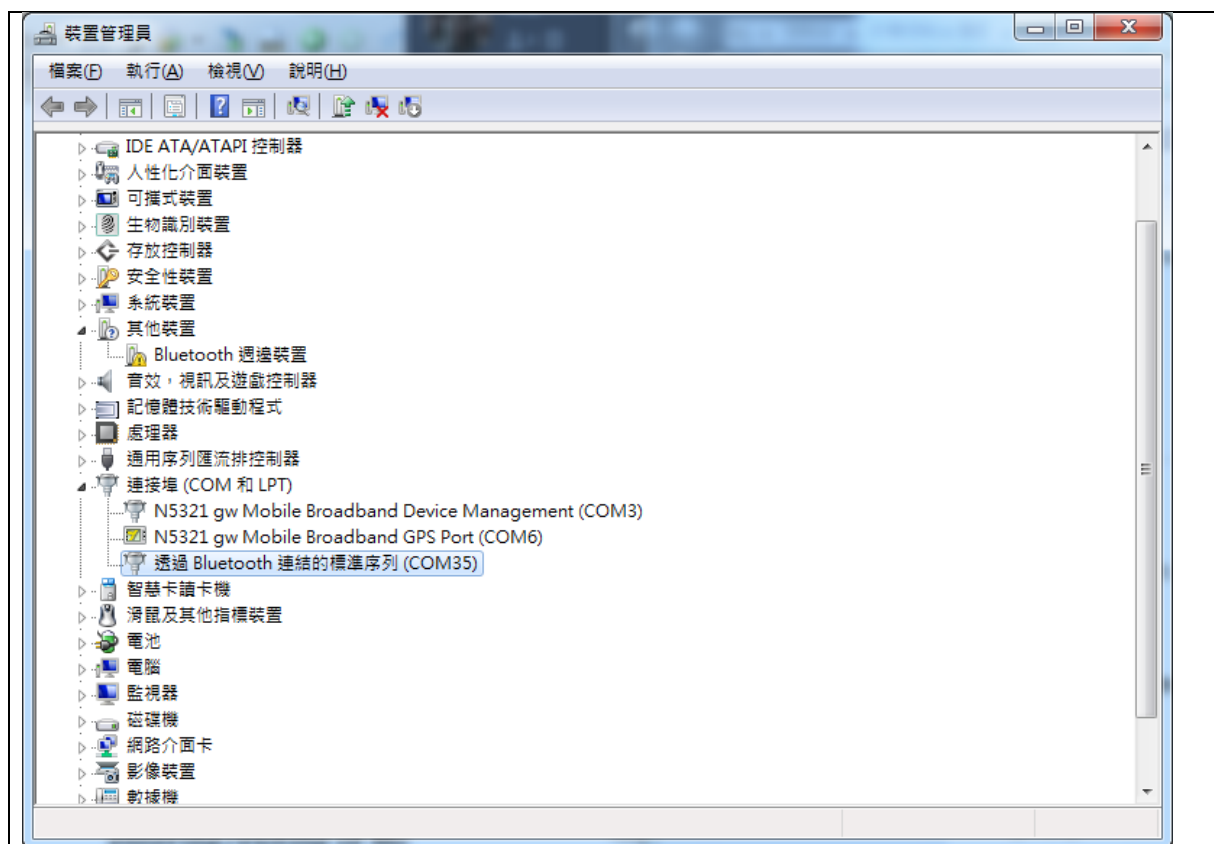


Figure 5-3 Bluetooth 連結的標準序列埠

### 5.3 使用 AHRS AP 觀看姿態

確認藍牙的 COM port 後，使用 console 程式觀看 AHRS 模組的初始資料，如 Figure 5-4 所示，初始資料可確認目前感測器的初始狀態以及鍵入命令，完成後將此頁面關閉；將 AHRS AP 開啟，如 Figure 5-5 所示，開啟後在 AHRS AP 上尋找藍牙的 COM port，點擊該 COM port 後，成功連結如 Figure 5-6 所示，會出現 ATTITUDE 的字樣；接著點擊 ATTITUDE 字樣後，即可看到由長方體方塊展現裝置目前姿態的狀況，如 Figure 5-7 所示。

```
*Welcom to Nuvoton Design
*Nuvoton Sensor Fusion Reference Design Version 1.0
*Bring Up System..
SystemCoreClock:71884800
Tick Time: 1 ms
I2C clock 399360 Hz
Flash initialize - [OK]
ACC connect      - [OK]
ACC calibration from - [DEFAULT]
Offset: 0.000000 0.000000 0.000000
Scale: 0.000244 0.000244 0.000244
GYRO connect     - [OK]
GYRO calibration from - [DEFAULT]
Offset: 0.000000 0.000000 0.000000
Scale: 1.000000 1.000000 1.000000
=====
*
*          /+ | | | | + / | | | |   ( )
*        / + | | | | | | | | ( | | | |
*       / + + | | | | | | | | / + + | | | |
*      / | | | | | | | | + + | | | | + + | | | |
*    + / | | | | + + | | | | + + | | | | / | | | |
*   + / | | | | + + | | | | + + | | | | / | | | |
=====
*Command List:
@dc - Display Commands
@ss - Stream Start, start displaying euler angle
@sp - Stream Stop
@me - Mode Euler: switch display mode to euler angle
@mr - Mode Raw: switch display mode to sensor raw data
@mc - Mode Calibrated: switch display mode to sensor calibrated data
@caz - Calibrate Acc Z, calibrate Acc in Z axis:
1. Put module on a horizontal plan
2. Apply command: @caz (calibration should be done in 1 second)
@cgz - Calibrate Gyro Z:calibrate Gyro in Z axis:
1. Put module steady
2. Apply command: @cgz
3. Rotate module right 3 times(1080 degree) around z axis
4. Leave module staedy (calibration shoudn be done in 2 seconds)
@bea - Block Erase Acc, reset ACC calibration
@beg - Block Erase Gyro, reset Gyro calibration
@fb - Format Binary, switch display format to binary (GUI protocol)
@ft - Format Text, switch display format to text
@da - Display ACC, display ACC calibration parameters
@dgy - Display GYRO, display GYRO calibration parameters
```

Figure 5-4 AHRS 模組的初始資料

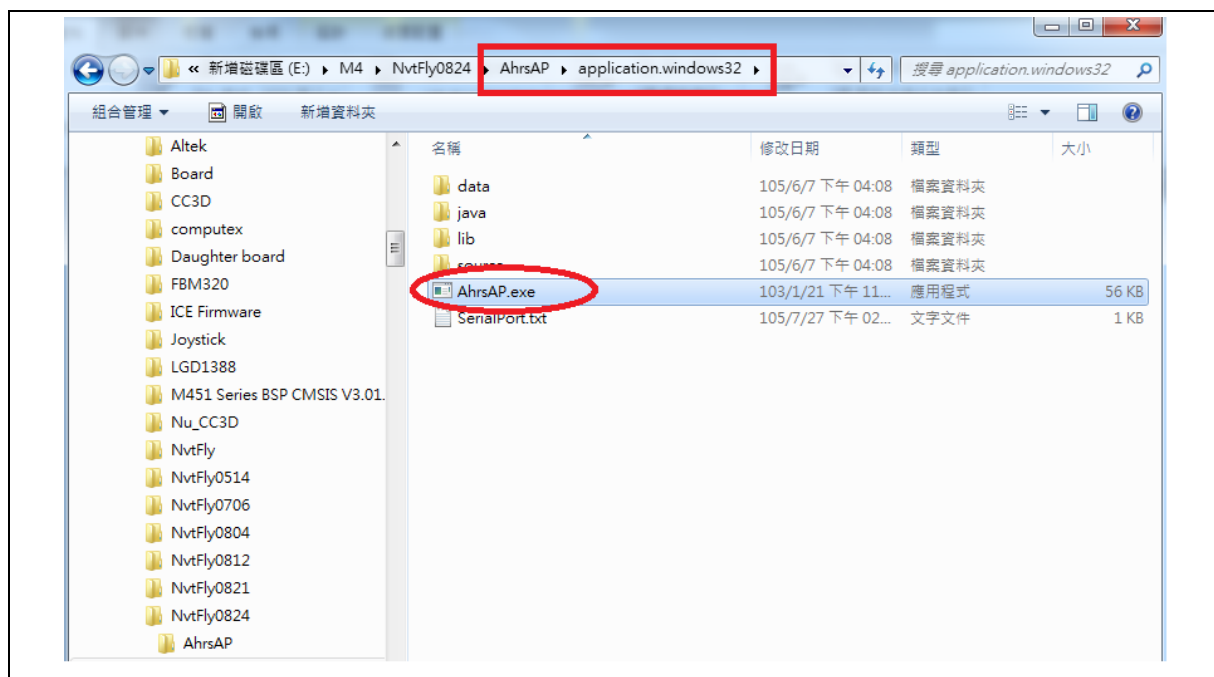


Figure 5-5 AHRS AP 開啟位置

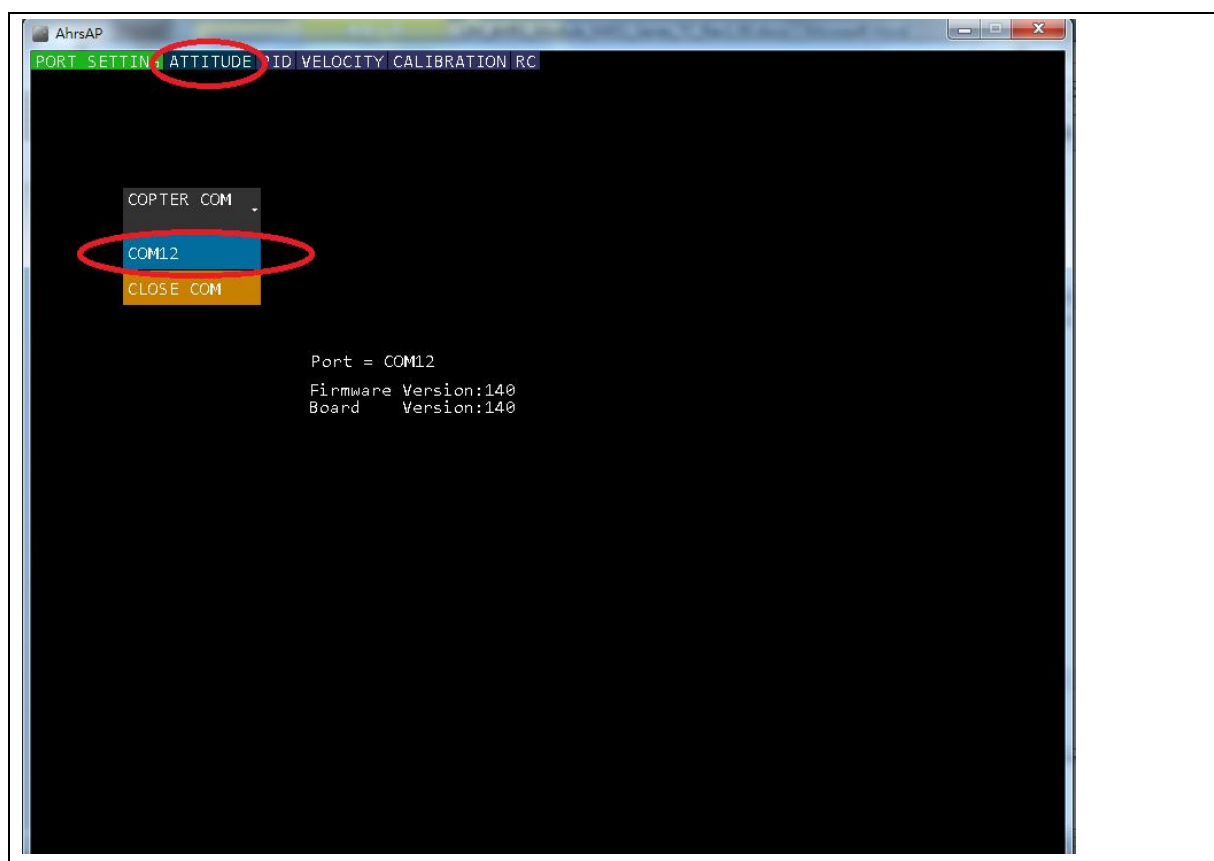


Figure 5-6 AHRS AP 成功連結

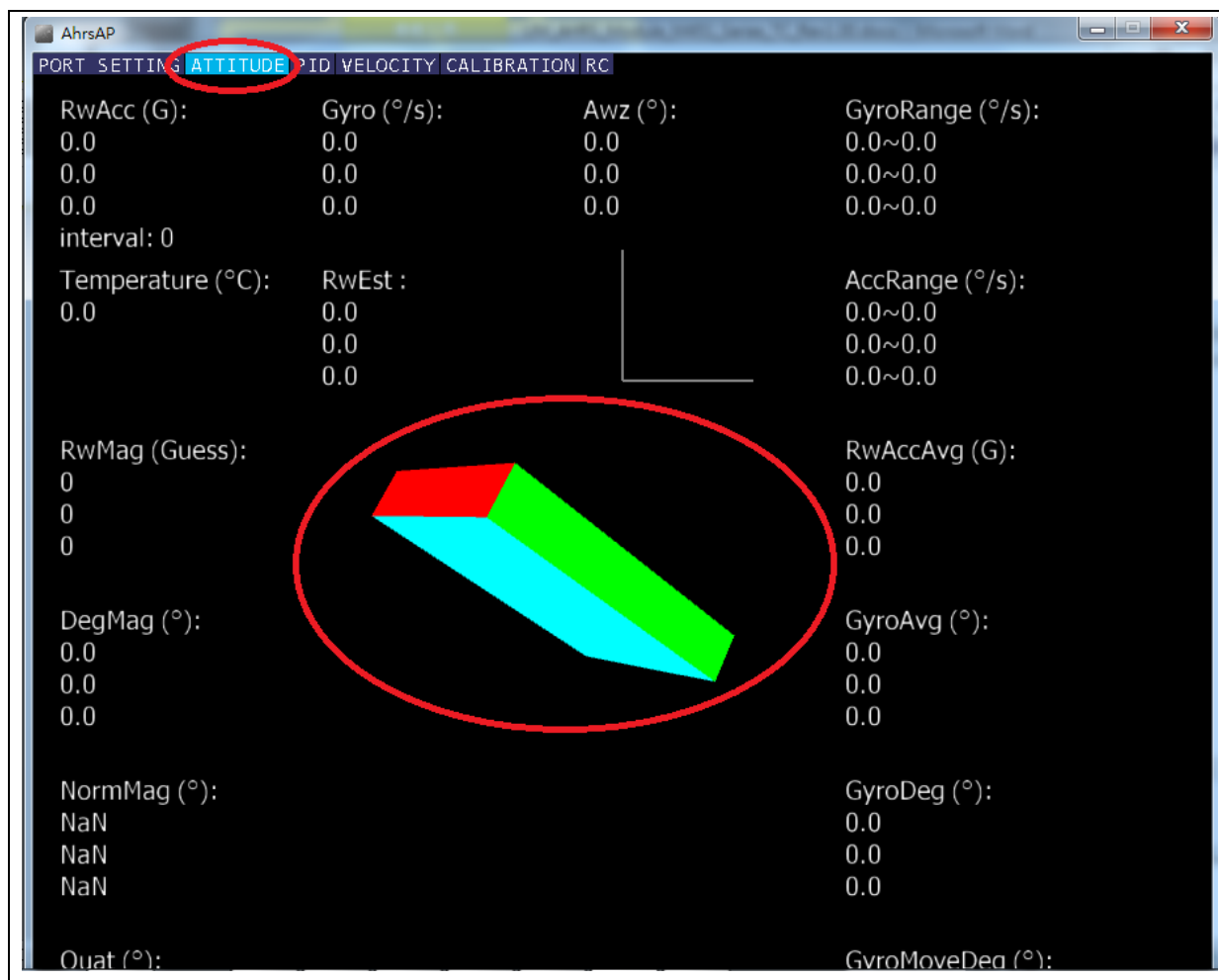


Figure 5-7 長方體方塊展現裝置目前姿態的狀況

## 6 AHRS 模組電路圖

### 6.1 主控端感測器電路圖

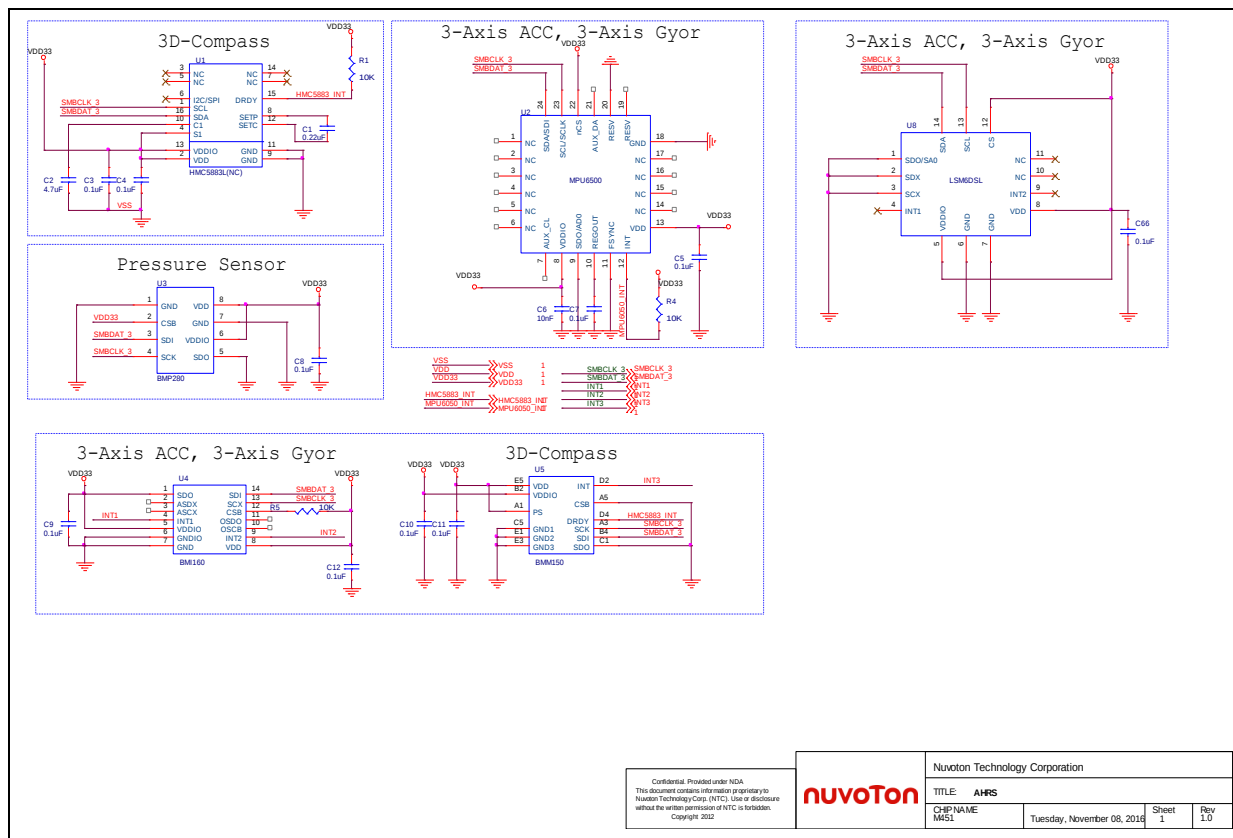
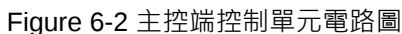


Figure 6-1 主控端感測器電路圖



6.3 通訊端充電電路圖

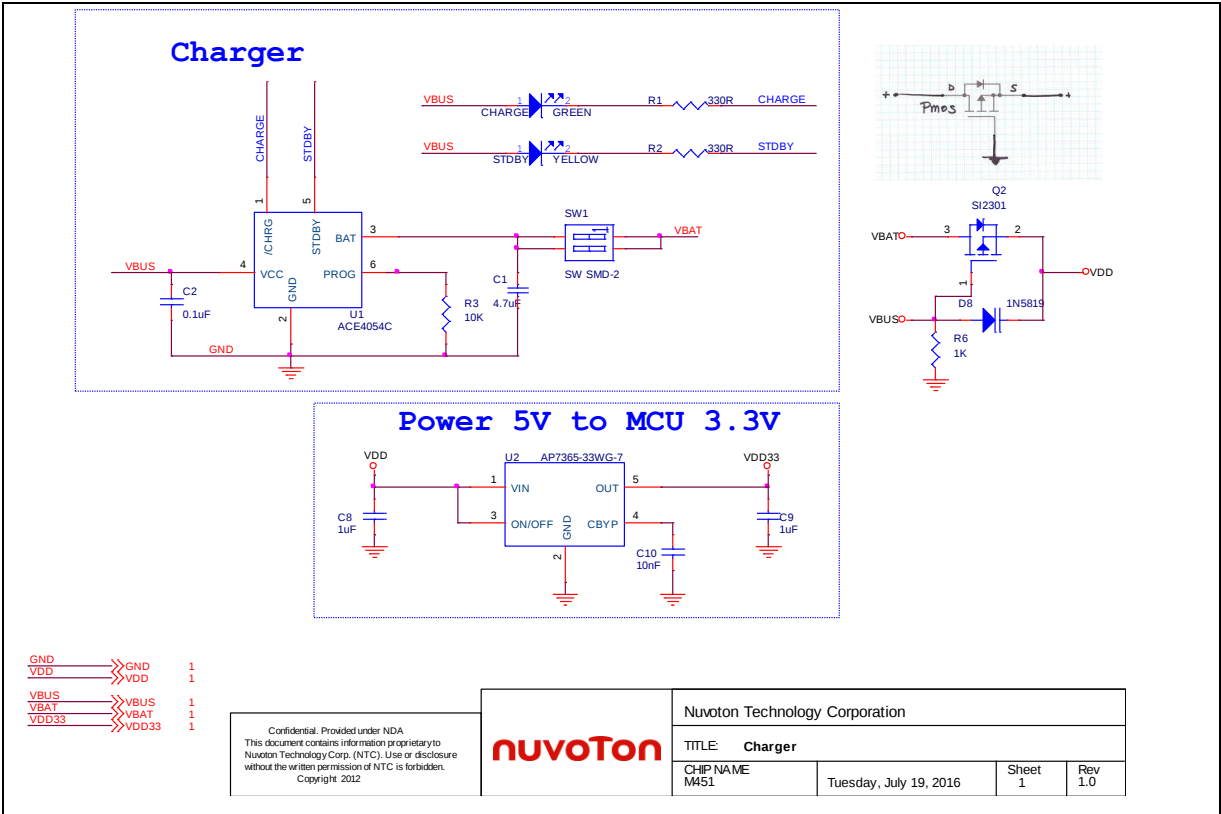
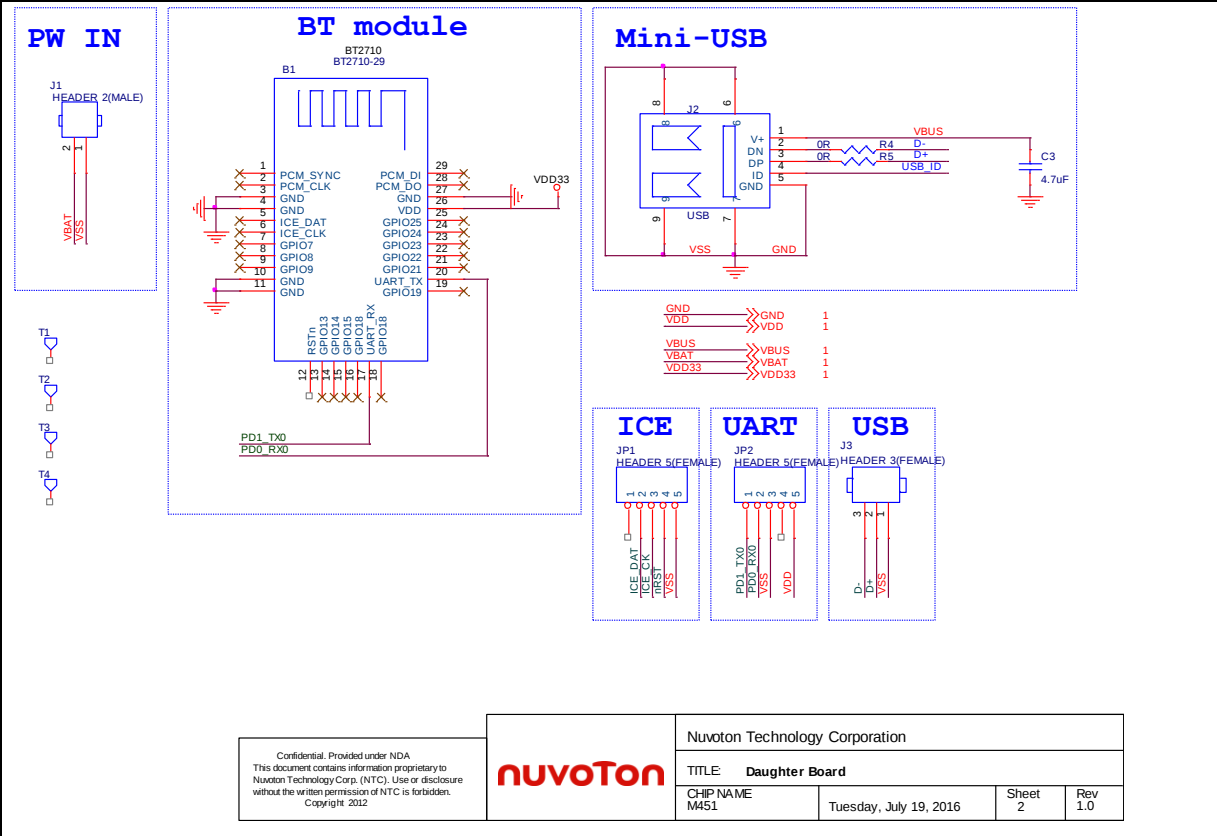


Figure 6-3 通訊端充電電路圖

6.4 通訊端電源及通訊電路圖



### 6.5 AHRS 模組主控端 PCB 佈局

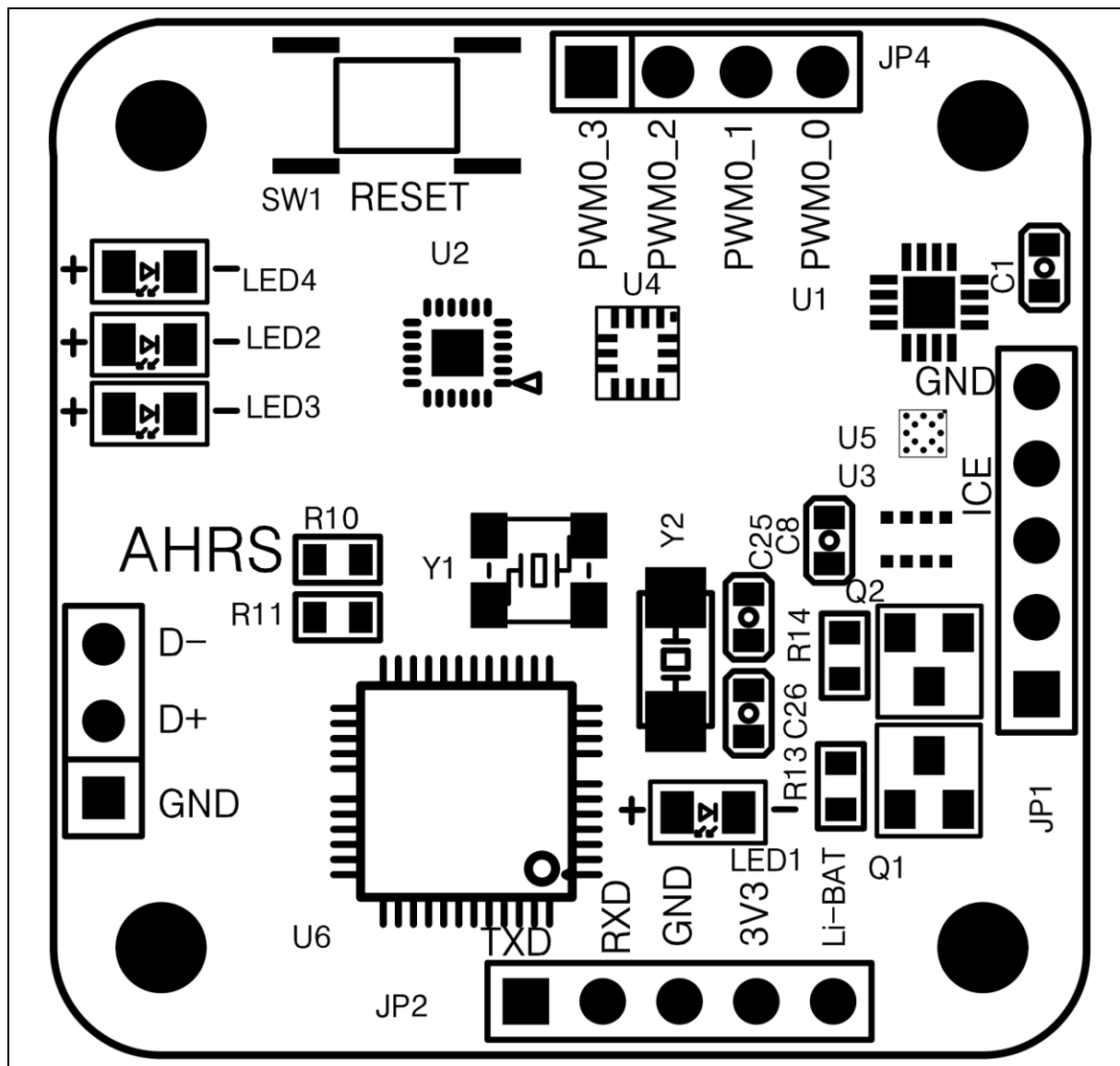


Figure 6-5 AHRS 模組主控端正面 PCB 佈局

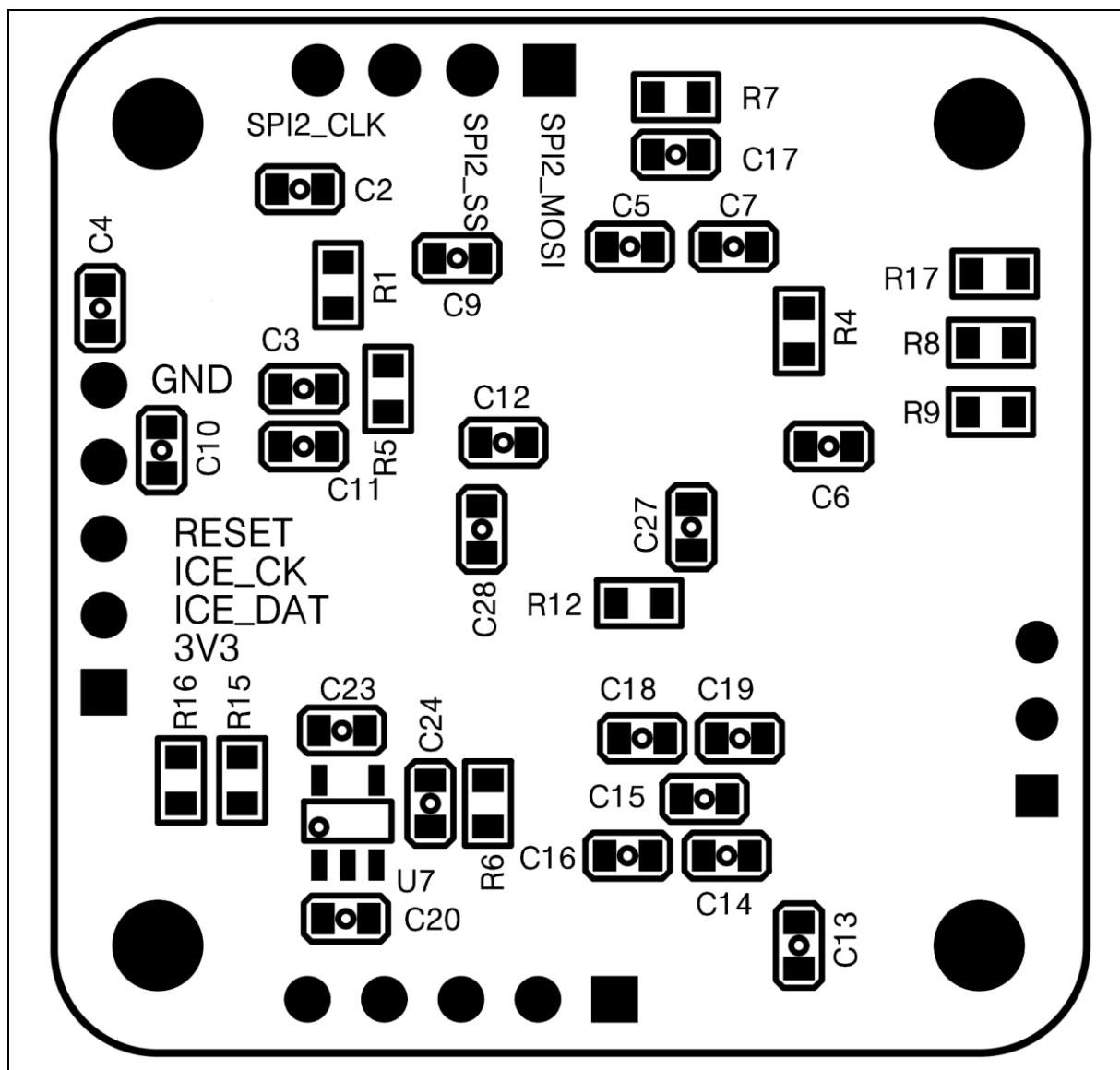


Figure 6-6 AHRS 模組主控端反面 PCB 佈局

## 6.6 AHRS 模組通信端 PCB 佈局

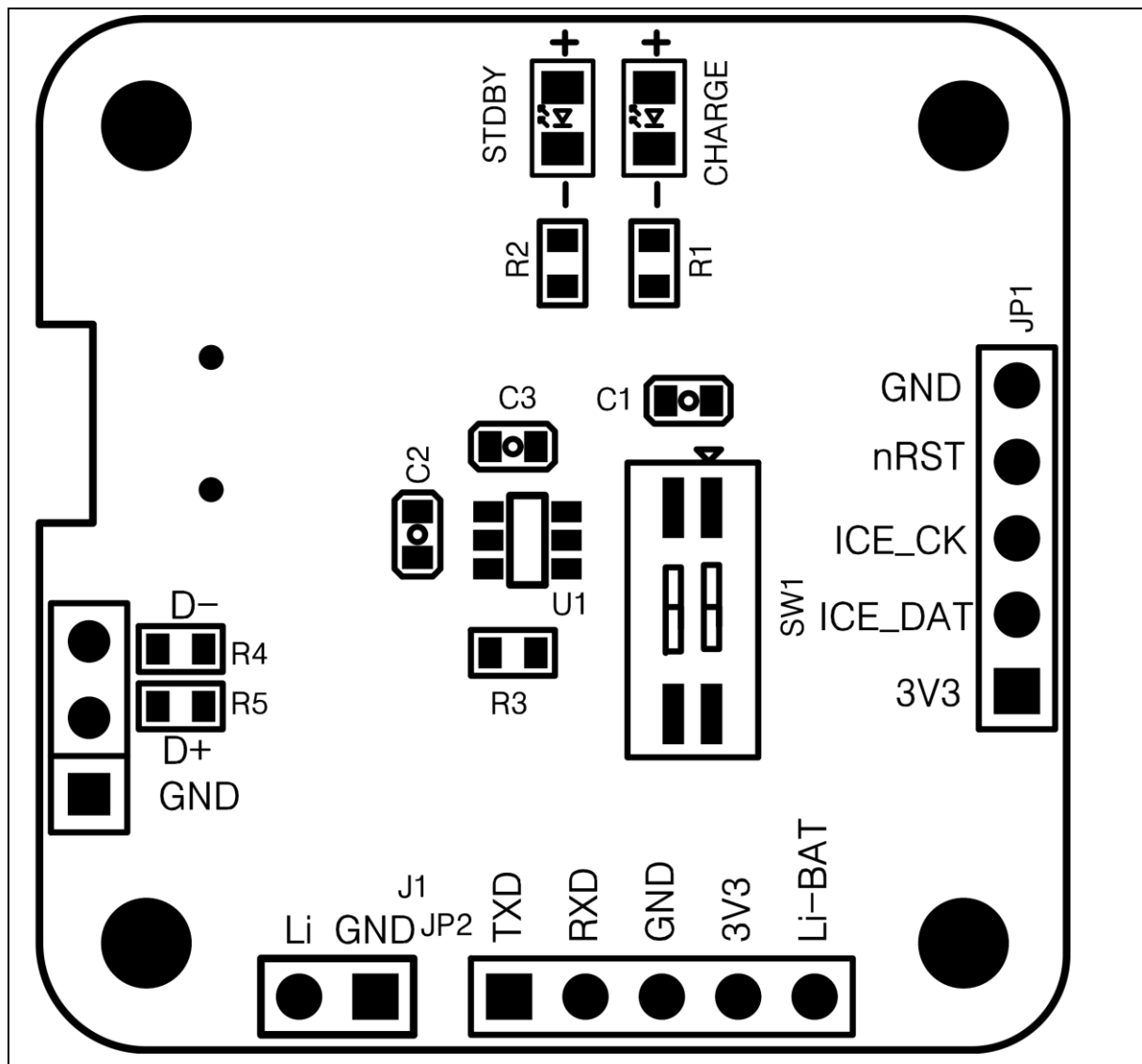


Figure 6-7 AHRS 模組通信端正面 PCB 佈局

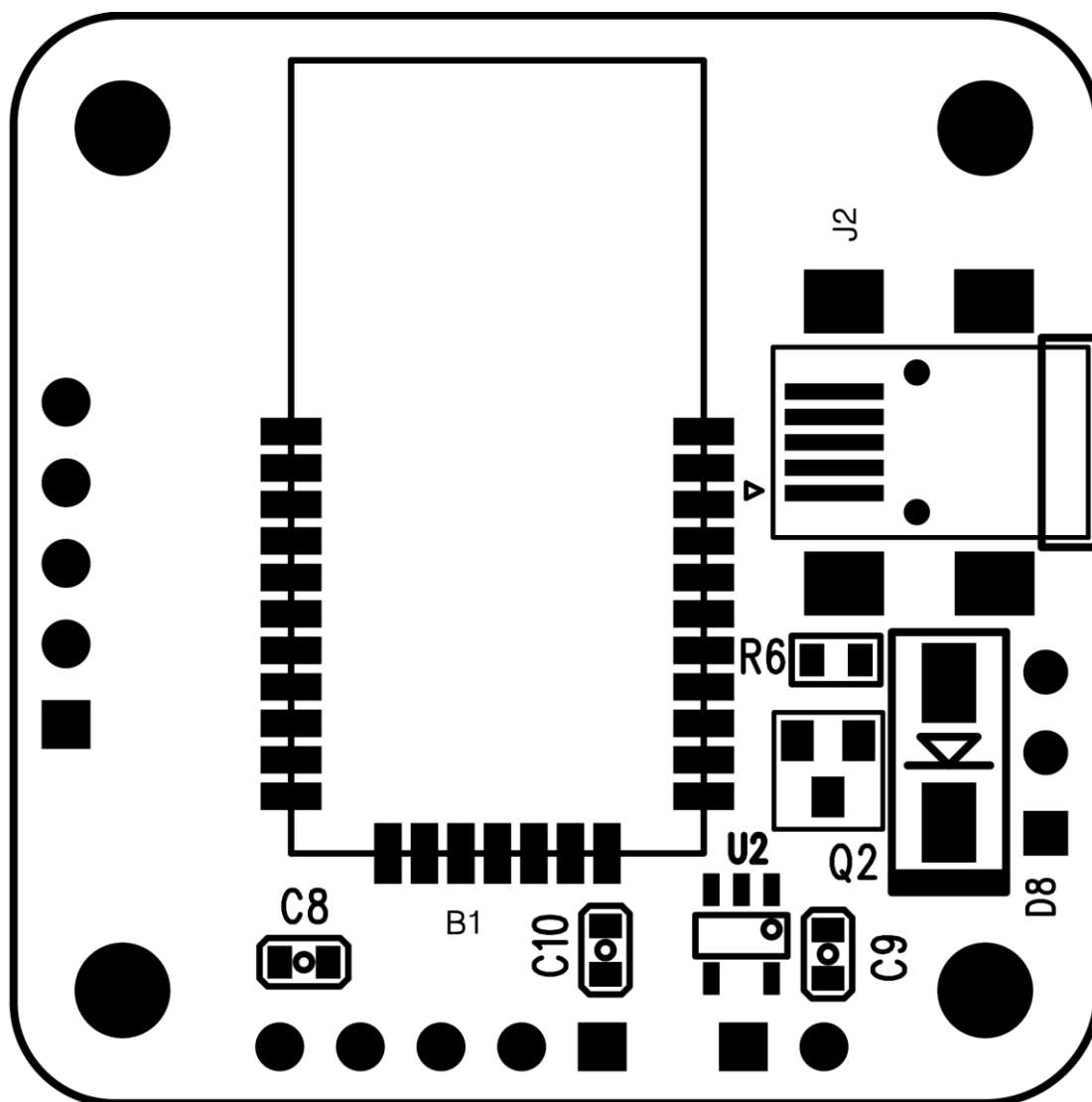


Figure 6-8 AHRS 模組通信端反面 PCB 佈局

## 7 REVISION HISTORY

| Date       | Revision | Description          |
|------------|----------|----------------------|
| 2016.07.27 | 1.00     | 1. Initially issued. |

### Important Notice

Nuvoton Products are neither intended nor warranted for usage in systems or equipment, any malfunction or failure of which may cause loss of human life, bodily injury or severe property damage. Such applications are deemed, "Insecure Usage".

Insecure usage includes, but is not limited to: equipment for surgical implementation, atomic energy control instruments, airplane or spaceship instruments, the control or operation of dynamic, brake or safety systems designed for vehicular use, traffic signal instruments, all types of safety devices, and other applications intended to support or sustain life.

All Insecure Usage shall be made at customer's risk, and in the event that third parties lay claims to Nuvoton as a result of customer's Insecure Usage, customer shall indemnify the damages and liabilities thus incurred by Nuvoton.

---

Please note that all data and specifications are subject to change without notice.  
All the trademarks of products and companies mentioned in this datasheet belong to their respective owners.