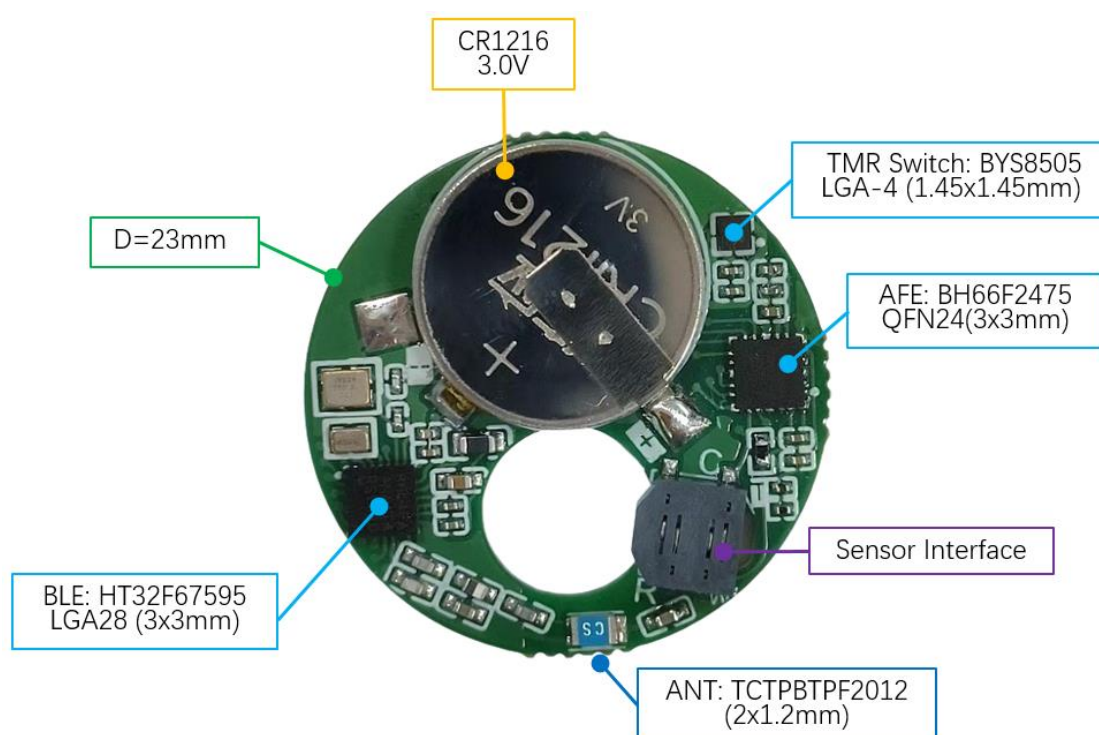


CMG BH66F2475 HT32F67595 Demo Board 使用说明



目录

1. 简介.....	3
2. 工作原理.....	3
3. 系统框图.....	3
4. 操作步骤.....	4
4.1 扫描连接.....	4
4.2 打开 Notify.....	4
4.3 设置激励电压.....	4
4.5 Send 开始测量指令.....	5
4.6 Notify 数据.....	5
5. TMR Switch.....	6
6. APP(IOS).....	7
6.1 下载.....	7
6.2 扫码绑定.....	7
6.3 工装页面.....	8
6.4 查看数据.....	8

版本变更记录

Ver	Date	Description	Author
V0.1	2024/04/01	初始版本	陈伟健
V0.2	2024/05/07	增加 APP(IOS)使用说明	陈伟健
V0.3	2024/05/21	更新实物图	陈伟健
V0.4	2024/07/05	更新图片	陈伟健

1. 简介

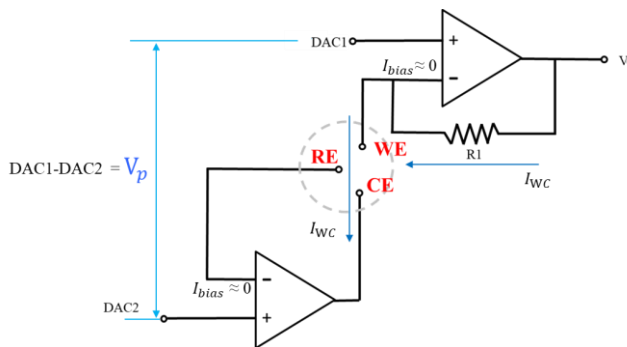
CGM Demo Board 主要是由 AFE、主控 (BLE)、TMR Switch 和其他外围电路构成。

- AFE: BH66F2475 内置连续血糖监测电路, 包含 24-bit Delta Sigma A/D, 4 个 DAC, 3 个 OPA, 1 个 CMP, 具备 SPI/I2C/UART 接口, 外部电路只需几颗电阻电容即可实现 2/3/4 电极的连续血糖监测。
- BLE: HT32F67595 是基于 M33 & M0+ 的低功耗蓝牙 MCU。提供 1024 KB Flash, 256 KB SRAM, 以及 256 KB ROM, 适用于蓝牙低功耗产品, 如 CGM 等健康医疗产品。Flash 存储器具有较大的存储容量, 使其成为运行 CGM 算法的理想选择

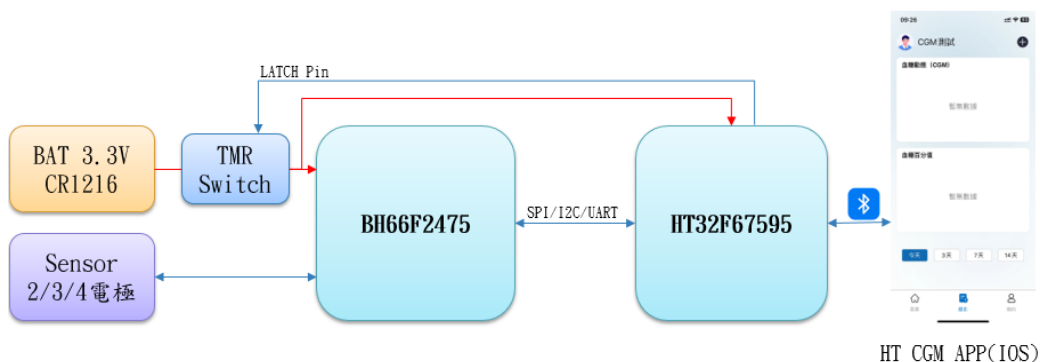
2. 工作原理

CGM Demo Board 使用了一个三电极结构的传感器来检测葡萄糖水平。DAC1 和 DAC2 生成不同的电压, 这些电压被应用到 OPA 的输入端。由于 OPA 虚短虚断 ($I_{bias} \approx 0$), 使得输入端的电压差 ($V_{WE} - V_{RE}$) 几乎等于 DAC1 和 DAC2 之间的电压差 (V_p)。即 AFE 在工作电极 (WE) 和参考电极 (RE) 上施加一定的激励电压 V_p 。

当葡萄糖与传感器中的酵素发生反应时, 将产生一个电流 I_{wc} 。这个电流从工作电极 (WE) 流向参考电极 (RE), 然后流向对比电极 (CE)。通过 ADC 测量电阻 R1 两端的电压, 可以计算出电流 I_{wc} 的大小, 进而得知葡萄糖水平的信息。



3. 系统框图

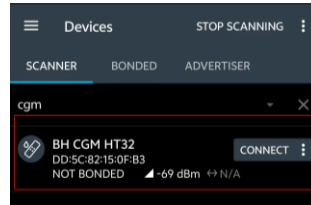


- 使用 3.3V 电池供电, 电池的电源通过 TMR Switch 连接到 VDD。VDD 连接至 BH66F2475 和 HT32F67595。
- BH66F2475 集成 AFE 电路, 用于采集 Sensor 反应的电流 I_{wc} 通过 SPI/I2C/UART 接口发送给 HT32F67595。
- HT32F67595 使用连续葡萄糖监测 (CGM) 算法将接收到的电流数据转换为血糖值。最终的血糖值通过蓝牙低功耗 (BLE) 发送到手机应用程序 (APP)。(Demo Board 无 CGM 算法, 暂以电流值代替血糖值)

4. 操作步骤

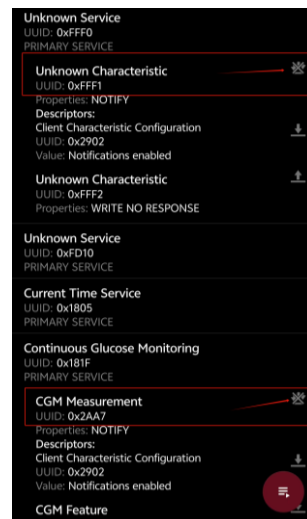
4.1 扫描连接

打开 nRF Connect APP，扫描搜索名称为“BH CGM HT32”的设备，进行 CONNECT。



4.2 打开 Notify

打开 0xFFFF0→0xFFFF1 Notify，准备接收透传协议数据。打开 0x181F→0x2AA7 Notify，准备接收 CGMS 标准协议数据。



4.3 设置激励电压

Demo Board 使用前需要先根据传感器需求设置好激励电压，设置的数据掉电可保存，仅需设置一次即可。三电极需要设置 DACVREF，DAC10，DAC20。

校准电压指令 0xC1

请求（主→从）：

BYTE	类型	单位	值	说明
0	帧头	uint8_t	0x55	
1	帧长度	uint8_t	0x0D	
2	命令号	uint8_t	0xC1	
3	DACVREF Data	uint8_t	x	default : 0x80
4~5	DAC00 Data	uint16_t	x	固定搭配 CMP 使用
6~7	DAC10 Data	uint16_t	x	固定搭配 OPA1 使用
8~9	DAC20 Data	uint16_t	x	固定搭配 OPA2 使用
10~11	DAC30 Data	uint16_t	x	固定搭配 OPA3 使用
12	校验位	uint8_t	x	Checksum = ~(帧头+帧长度+命令号+...+校验位前一位)+1

注：MCU 需将收到的数据回给上位机。

4.3.1 计算 Data 值

- DACVREF: 内部参考电压 DACVREF: 1.250V (对应 Data 为 0x80), 调整幅度为 -60mV~+60mV(基于 PVREF=80H)。DACVREF Data 的值每增加一, 输出的参考电压将减少约 500 μ V; 反之, 每减少一, 将增加约 500 μ V。
- DACx0: DAC 输出电压 $VDAC0=VDACVREF \times (DAC \text{ 值} / 4096)$ 。

例如:

DACVREF=1.250V $\rightarrow$ 0x80

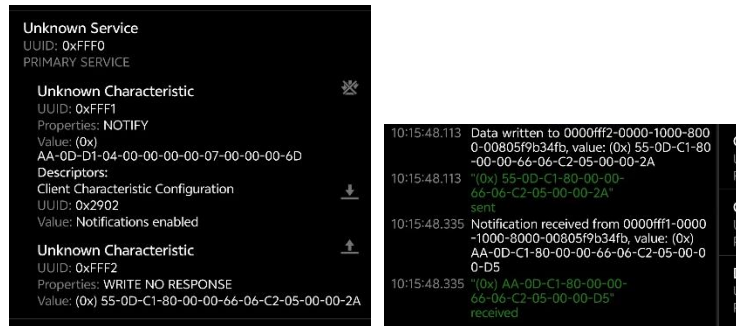
DAC10=500mV $\rightarrow$ $500/1250 \times 4096 \approx 1638 = 0x0666$

DAC20=450mV $\rightarrow$ $450/1250 \times 4096 \approx 1474 = 0x05C2$

4.3.2 发送校准电压指令 0xC1

APP 通过 0xFFFF2 下发 0xC1 指令, 0xFFFF1 Notify 回复数据

- 请求数据为: 55 0D C1 80 00 00 66 06 C2 05 00 00 2A
- 回复数据为: AA 0D C1 80 00 00 66 06 C2 05 00 00 D5



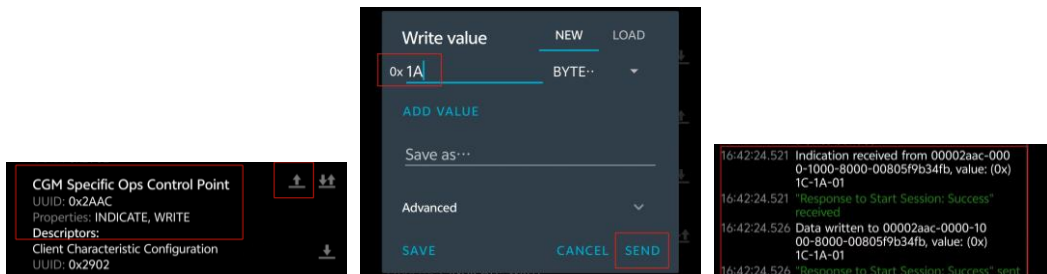
4.3.3 微调 Data 值

DACVREF 和 DACx0 可能会存在一定的偏移 (offset), 这可能会影响输出电压的准确性和精度。为了获得更高的精度, 可以通过微调 Data 值来校准输出电压, 使其更加精准。

建议使用高输入阻抗万用表测量电压。

4.5 Send 开始测量指令

连接成功后, 选择 “Continuous Glucose Monitoring” (UUID:0x018F) 服务。点击特征值为 “CGM Specific Ops Control Point” (UUID: 0x2AAC) 的向上箭头进行写操作, 输入开始测量指令 “1A”, 点击 “send”。收到 “Response to Start Session: Success”, 表示成功开始测量。数据将在设备端每 10 秒采集一次, 每分钟 Notify 一次。



4.6 Notify 数据

接收到开始指令 “1A” 后, BLE 每一分钟 Notify 一次数据, 包括透传协议和标准协议 CGMS。

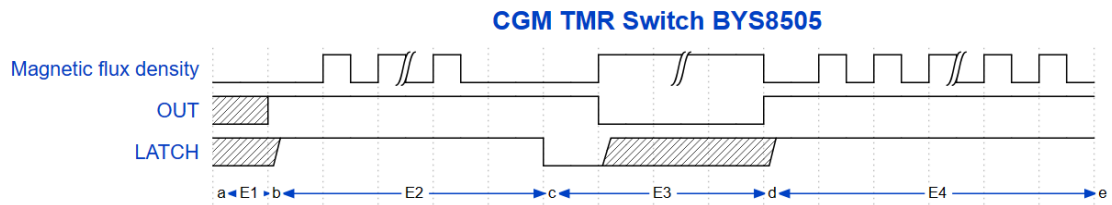
```

10:26:45.347 "(0x) AA-0D-D1-04-00-00
-00-00-07-00-00-00-6D"
received
10:26:45.349 Notification received from 00002aa7-00
00-1000-8000-00805f9b34fb, value: (0x)
07-10-00-00-00-00-FF
10:26:45.349 "Glucose concentration: 0.0 mg/dL
Sequence number: 0 (Time Offset in
min)" received
10:27:45.345 Notification received from 0000fff1-0000
-1000-8000-00805f9b34fb, value: (0x)
AA-0D-D1-04-00-00-00-00-07-00-00-0
0-6D
10:27:45.345 "(0x) AA-0D-D1-04-00-00
-00-00-07-00-00-00-6D"
received
10:27:45.346 Notification received from 00002aa7-00
00-1000-8000-00805f9b34fb, value: (0x)
07-10-00-00-01-00-FF
10:27:45.346 "Glucose concentration: 0.0 mg/dL
Sequence number: 1 (Time Offset in min)"
received
10:28:45.348 Notification received from 0000fff1-0000
-1000-8000-00805f9b34fb, value: (0x)
AA-0D-D1-04-00-00-00-00-08-00-00-0
0-6C
10:28:45.348 "(0x) AA-0D-D1-04-00-00
-00-00-08-00-00-00-6C"
received
10:28:45.349 Notification received from 00002aa7-00
00-1000-8000-00805f9b34fb, value: (0x)
07-10-00-00-02-00-FF
10:28:45.349 "Glucose concentration: 0.0 mg/dL
Sequence number: 2 (Time Offset in
min)" received

```

5. TMR Switch

事件	Magnetic flux density	OUT	LATCH	描述
E1	<BRP	X	X	安装电池前，环境磁通密度小于 BRP。
E2	X	H	H	安装电池后，CGM 上电，LATCH 被拉高，OUT 锁住输出高，设备不受磁场影响，执行校准等出厂设置。
E3	>BOP	L	X	CGM 接收 BLE 指令主动拉低 LATCH，OUT 解锁；CGM 放置于磁场盒子（磁通密度大于 BOP）后，OUT 输出断开，TMR Switch 保持超低功耗，进入仓储模式。
E4	X	H	H	离开磁场盒子，OUT 输出，CGM 上电，LATCH 拉高锁住 OUT 输出高，CGM 不受磁场影响，稳定运行。



6. APP(IOS)

6.1 下载

APP Store 搜索“HT CGM”或者扫码下载。使用邮箱注册登录 APP。



6.2 扫码绑定

6.2.1 二维码

二维码规则为：#1;#2;#3，其中内容中间使用分号“;”进行分隔。

编号	内容	默认值	描述
#1	广播名称	BH CGM HT32	
#2	厂商 ID+MAC 地址	厂商 ID:0xFFFF (No Company ID)	厂商 ID 作为保留功能，MAC 地址由 6 个字节组成（04:AC:44:11:11:11） 例如：0xFFFF04AC44111111。
#3	自定义数据	0x11223344	保留功能，可用于存放传感器数据、校准数据等信息

[免费二维码生成器 | QR-CODE.NET](#)

例：

可以使用文本二维码生成器，将以下内容生成对应的二维码：

BH CGM HT32;0xFFFF04AC44111111;0x11223344

链接 文本 电子邮件 位置 电话 短信 WhatsApp Skype
Zoom Wi-Fi 信用卡 活动 PayPal 比特币

文本
信息

BH CGM HT32;0xFFFF04AC44111111;0x11223344

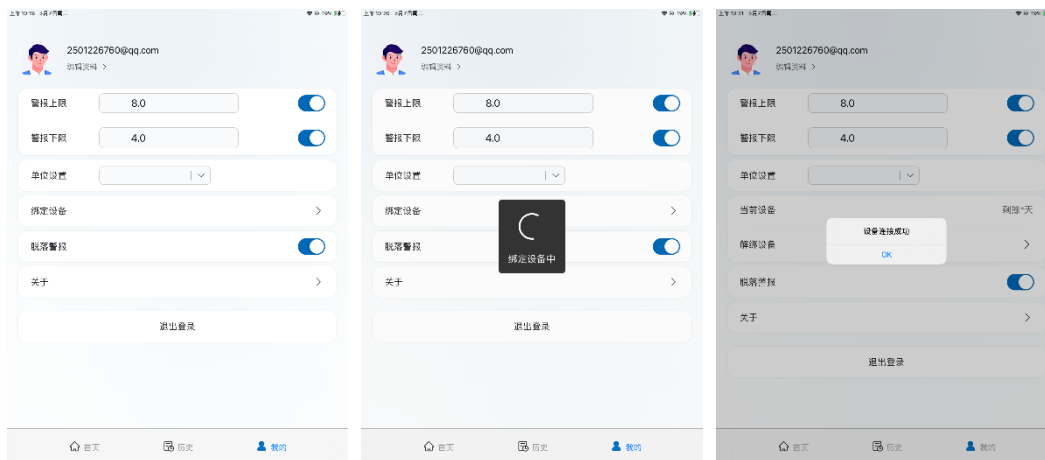
颜色

设计



6.2.2 绑定设备

在“我的”页面中，可以点击“绑定设备”并扫描二维码。一旦扫描完成，屏幕将显示“绑定设备中”。当 BLE 连接成功时，屏幕会切换显示为“设备连接成功”。



6.3 工装页面

长按“首页”右上角的“+”按钮 8 秒，即可进入工装页面。在工装页面中，可以设置激励电压和解锁 TMR Switch 功能。

6.3.1 设置激励电压

使用 Demo Board 之前，请根据传感器需求设置好激励电压，设置的数据可在掉电情况下保存，只需设置一次即可。对于三电极，需要设置 DACVREF、DAC10 和 DAC20。根据 4.3.1 节中的计算 Data 值，填入相应数值后，点击“发送”按钮，发送成功后将显示“已发送”。

6.3.2 解锁 TMR Switch

若需要解锁 TMR Switch，请点击“OFF”按钮，发送成功后将显示“已发送”。



6.4 查看数据

连接成功后，APP 会主动发送当前时间和开始命令给 CGM 设备。默认情况下，数据将在设备端每 10 秒采集一次，每分钟 Notify 一次。

在“首页”界面可查看测量动态和测量记录，在“历史”界面可查看测量动态和测量百分比数据。可以通过点击测量动态数据点，弹出气泡显示数据的详细内容，再次点击数据点可以关闭气泡。

数据自动保存在根目录下的“HT CGM”文件夹中的“BluetoothData”文件夹内，数据按天

保存为 txt 文本。数据的格式为：时间戳 + 透传数据帧 + WE1 Data。

