

# 차박전기

## [2] 자작 Duo 파워뱅크





## 차박전기

캠핑카, 밴라이프, 오버랜더 등등 이동용 차량에서 이런저런 전기 기기를 사용하는 것은 불가분의 필수요건이 되었습니다.

업체에서 제작한 캠핑카라고 하더라도 설치된 전기장치를 잘 이해하고 운용하지 못한다면, '전기줄을 아이들에게 갖긴 형국'이 됩니다.

자작 캠핑카 제작을 꿈꾸는 분들도 자기 스타일에 맞는 전기부품 및 기기 선정, 배선, 운용 및 관리를 위한 보다 체계적인 전기 지식은 디자인과 제작에 도움이 될 것입니다.

배터리와 주변기기들도 기술의 발전에 따라 계속 진보될 것이고, 독자들의 질문과 새로운 제품, 운용 팁들로 인해서 이 책자는 '여기까지'가 아니고 '여기서 부터'의 관점에서 계속된 개정판을 통해서 독자들과 소통하고자 합니다.

유튜브 구독자 및 본 책자 독자분들의 적극적인 피드백을 기대합니다.

*Honduras 여행길 위에서 Sunny Lee*

### More Info

- [youtube.com/차박전기](https://youtube.com/차박전기)
- [youtube.com/내차로세계여행](https://youtube.com/내차로세계여행)
- [youtube.com/drSunnyLee](https://youtube.com/drSunnyLee)
- [drsunnylee.com/docs](https://drsunnylee.com/docs)
- [drsunnylee.com/do\\_list.php?m=P](https://drsunnylee.com/do_list.php?m=P)
- [facebook.com/drSunnyLee](https://facebook.com/drSunnyLee)

본 책자는 세계무대에서 활동하기를 꿈꾸는 오버랜더, 업체 캠핑카에서 전기장치를 운영하시거나 자작 캠핑카를 꿈꾸는 분들을 위해 필수적인 차박전기 관련 정보를 초보자의 입장에서 정리하여 무료로 제공합니다.

최신 업데이트 판은 '[drSunnyLee.com/docs](https://drsunnylee.com/docs)'에 방문하여 무료 다운로드 받으세요. 이 책자에 수록된 내용 이외의 질문 또는 추가사항, 신규제품, 수정사항, 업데이트 정보가 있는 경우, '[drSunnyLee@hotmail.com](mailto:drSunnyLee@hotmail.com)'이나 Kakao ID 'drSunnyLee', WhatsApp 'drSunnyLee'로 알려 주세요.

# 차박전기

## [2] 자작 Duo 파워뱅크

|     |                                  |    |
|-----|----------------------------------|----|
| 목 차 | 자작 Duo Power Bank                | 1  |
|     | 파워뱅크 충전                          | 5  |
|     | 인버터                              | 9  |
|     | Duo Power Bank 개념도               | 11 |
|     | Solo Power Bank 기본 구성도           | 14 |
|     | 1단계 조립 : 인산철 배터리 팩 (4S)          | 15 |
|     | 2단계 조립 : 능동밸런서 (Active Balancer) | 17 |
|     | 3단계 조립 : Battery Montor 결선       | 19 |
|     | 4단계 조립 : BMS 결선                  | 21 |
|     | 최종 조립 : 파워뱅크 하우징                 | 24 |
|     | 파워뱅크 #1 (320AH) 최종 매립            | 26 |
|     | 파워뱅크 #2 (280AH) 최종 매립            | 28 |
|     | 파워뱅크 #2 배선도                      | 31 |

전기를 1도 접해 보지 못한 초보 독자를 전제로 준비하였습니다.  
'차박전기' 관련 동영상은 [youtube.com/차박전기](https://www.youtube.com/차박전기) 에서 볼 수 있습니다.



## 자작 Duo Power Bank (600AH)

요즘에는 부피도 작고, 무게도 납산 배터리의 절반 밖에 안되는 **리튬인산철 (Lithium Iron Phosphate, LFP)** 배터리를 EV나 캠핑용 전원 장치로 사용하는 것이 보편화되고 있다.

'차박전기 [2]편 : 자작 DUO 파워뱅크'에서는 초보자라고 하더라도 한 스텝씩 따라하면 직접 파워뱅크를 제작할 수 있도록 하는 것이 목표이다. 이를 위해서, 필자의 차량에 **기 설치된 320과 280AH의 2개 LFP 파워뱅크를 모델로 삼아** 그 제작 과정과 관련 자료를 상세히 제공하고자 한다. 이 책자에서는 다양한 영어와 한글 전문 용어에 대한 설명은 '차박전기 [1]편 : 용어, 부품, 장치' 전자책자를 참조하시기 바란다.

↓ [drSunnyLee.com/docs/차박전기\\_1.pdf](http://drSunnyLee.com/docs/차박전기_1.pdf)

### Solo 파뱅크 Duo 파뱅크

지난 100년이 넘게 사용해 온 납산 (Lead-Acid) 기반의 배터리들은 주변장치가 필요없이 바로 충전기에 물리면 충전, 부하에 연결하면 방전이 된다. 하지만, 리튬계열의 배터리들은 대용량과 이상적인 충방전 특성을 제공하지만 이를 위해서는 배터리 특성을 유지할 주변 전자장치로 잘 관리되어야 그 성능을 발휘할 수 있다.

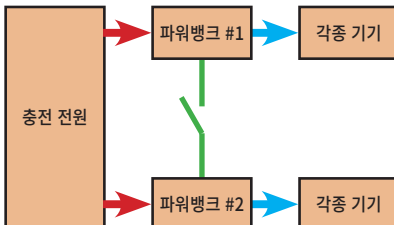
일반적으로 (리튬)인산철 파워뱅크 (Power Bank, 파뱅크)는 배터리 셀(Cell) 이외에 몇가지 주변 전자장치로 구성한다. 이 하나의 시스템을 Solo 파뱅크라고 하며, Solo 파뱅크를 2개 사용하도록 묶으면 Duo 파뱅크가 된다. Duo 파뱅크를 구성하면 몇가지 중요한 잇점이 있다.

#### Solo 파뱅크 - 600AH



◀ 300AH 배터리 2조를 병렬연결하여 600AH 획득

#### Duo 파뱅크 - (280+320) 600AH



◀ 280AH와 320AH의 각각 독립적인 파뱅크를 필요에 따라 Jumper Switch로 ON/OFF 하는 형태

**파벵 #1 구성  
(120 VAC용)**

- 인산철 배터리 각형 (Prismatic) Cell = 4개, 용량 320AH
- 배터리관리시스템 (BMS) = JBD Smart BMS (150 A, Bluetooth)
- 능동밸런서 (Active Balancer) = NEEY (밸런스 전류 4A, 1mv 확도)
- 충방전 배터리 모니터 = Juntek (KG140F, 400 A, Bluetooth)

이 파벵의 주요 임무는 인산철배터리 12 VDC 전원을 120 VAC로 변경하는 **인버터 (Inverter)**에 전원을 공급하고, 인버터는 커피팟, 마이크로 오븐 등 120V 교류를 사용하는 기기들에 전원을 공급한다.

**파벵 #1  
구성품과 시장 가격**



▲ CATL 320 AH Prismatic Cells  
시장가격 : ~ \$150/cell, Alibaba



▲ JBD Smart BMS (150A)  
시장가격 : ~ \$80, Aliexpress



▲ NEEY Active Balancer  
시장가격 : ~ \$90, Aliexpress



▲ KG140F Battery Monitor  
시장가격 : ~ \$60, Aliexpress

## 파방 #2 구성 (12 VDC용)

- 인산철 배터리 각형 (Prismatic) Cell = 4개, 용량 280AH
- 배터리관리시스템 (BMS) = Daly Smart BMS (120 A, Bluetooth)
- 능동밸런서 (Active Balancer) = Heltec (밸런스 전류 5A, 10mv 확대)
- 충방전 배터리 모니터 = Junctek (KG110F, 100 A, Bluetooth)

이 파방의 주요 임무는 12 VDC를 사용하는 기기들의 전원공급으로, 24시간/7일 동안 운용되는 12 volt용 냉장고가 가장 많은 전력을 사용한다.

## 파방 #2 구성품과 시장 가격



▲ LISHEN 280 AH Prismatic Cells  
시장가격 : ~ \$120/cell, Alibaba



▲ Daly Smart BMS (120A)  
시장가격 : ~ \$100, Aliexpress



▲ Heltec Active Balancer (4S)  
시장가격 : ~ \$20, Aliexpress



▲ KG110F Battery Monitor  
시장가격 : ~ \$50, Aliexpress



## 파워뱅크 충전

파워뱅크의 충전을 크게 3가지 방식으로 이루어진다.

(1) 차량 정차시 : Battery Charger (AC 110~220 - DC 0~15V, 750W)  
220VAC 한전 입력전원에서 파병충전에 필요한 출력 14.4 VDC

(2) 차량 주행중 : DC-DC Battery Charger  
가변적인 전압의 시동배터리에서 충전에 적합한 충전전압 14.4 VDC 출력

(3) 솔라 패널 : MPPT (Maximum Power Point Tracking)  
날씨로 인한 가변적인 전력을 극대화하고 안정적인 14.4VDC로 출력

### 정차시의 배터리 충전기

차량이 정차시 (예를 들어, 캠핑장), 한전 전원 (220 VAC)에 충전기를 연결하고 파워뱅크에 14.4 VDC를 공급하여 충전하는 방식이다.

파병을 하나씩 하나씩 할 수도 있지만, 두개의 파병을 동시에 충전하도록 한다. Duo 파병의 용량이 600AH임으로 이 용량의 10%인 (통상 0.1C, C=Capacity 라고도 함) 입력전압 110~220 VAC, 출력전압을 0~15 VDC로 조정 가능한 750 watt 충전기이다. 14.4V로 세팅시 약 40A 전류가 출력된다.



▲ 750W, 40A @ 14.4v  
시장가격 : ~ \$115, Aliexpress

## 주행중 파방 충전기

차량 보닛을 열면 시커먼 배터리가 보이는데, 이 배터리는 차량 시동을 위한 것이며 대부분 '납산배터리 (Lead-Acid)'입니다. 이 배터리가 엔진 시동시 한꺼번에 많은 전력을 소비하게 됨으로, 시동을 걸면 엔진에 연결된 Alternator라는 장치에서 시동배터리를 충전하고 남은 전기는 라디오, 와이퍼, 램프 등에 사용되도록 한다.

인산철배터리 충전은 시동배터리를 충전하는 알터네이터에서 발전된 전류에 연결시켜 합니다. 하지만, 이러한 구성에는 2가지 중요한 고려사항이 있다.

(1) Isolator Relay (차단릴레이) : 시동이 꺼진 경우, 알터네이터와 시동배터리 회로에서 파방을 완전 분리해야 한다. 만약 분리되지 않을 경우, 시동배터리가 비운행중에도 계속 파방 쪽으로 전류를 보내서 궁극적으로 시동배터리가 방전될 수 있어 이후 시동시 지장을 줄 수 있기 때문이다. 시동을 켜면, 이때 릴레이가 동작하여 시동배터리의 충전 전류를 나누어 받아 파방을 충전하게 하는 간단한 릴레이 장치를 설치해야 한다.

(2) 납산과 인산철 배터리 : 납산배터리인 시동 배터리는 엔진의 회전수에 따라 변동되는 알터네이터 전압과 전류에 의해서 충전된다. 인산철배터리를 바로 연결하면 일정 부분까지 충전은 되나 만충에 이르지 못하는 못한다. 인산철배터리의 안정적인 충전과 만충을 위해서 14.4VDC로 일정하게 충전할 수 있는 **주행중충전기**가 있어야 한다.



◀ Minerals DC-DC Charger (30A)  
시장가격 : ~ \$120, Aliexpress  
Power Bank #1



◀ ATEM DC-DC Charger (20A)  
시장가격 : ~ \$110, Amazon  
Power Bank #2



## SOLAR 패널 MPPT

2018년에는 3단 접이식 120W 솔라패널을 별도의 MMPT에 연결하여 인산철을 충전하였으나, 요즘에 나오는 대부분의 DC-DC Charger (주행중충전기)에는 MMPT 기능이 내장되어 있다. Minerals 30A와 ATEM 20A 주행중 충전기에도 MMPT 단자와 기능이 포함되어 별도로 구입할 필요가 없게 되었다.

600AH Duo 파병으로 최소 5일간 Off-grid 캠핑이 가능해서 비상시에만 솔라를 활용하는 편이다. 지붕위에 고정형으로 설치하지 않고 필요시 꺼내어 충전을 한다. 하지만 지붕이 넉넉한 차량의 경우 200, 300W 급의 패널을 설치하면 상당 기간 오지캠핑이 가능해 진다.



◀ 120W Portable Solar Panel  
시장가격 : ~ \$210, Amazon



## 잠시 멈추어 자가진단 [1]

01. 리튬인산철의 영어와 그 약어?
02. 파병을 구성하는 4개의 주요 구성품은?
03. BMS의 영어와 한글, 이 장치가 하는 역할은?
04. 능동밸런서가 하는 기능에 대해 복습하세요
05. 인버터는 뒤에 쓰는 물건인가? 그 용량 결정은 어떻게 할까?
06. 파병을 충전하는 3가지 방법을 복습하자
07. MMPT의 뜻은 무엇인가?
08. 인산철을 충전하는 전압은?
09. 0.1C 가 무슨 뜻인가?
10. 알터네이터의 본래의 임무는 무엇인가?
11. 아이솔레이터 릴레이는 왜 필요한가?
12. 주행중 충전기의 주요 역할은?
13. Off-Grid Camping이 무엇인가?

간단한 해답은 책자 후반부에, 보다 상세한 설명은 '차박전기 [1]편 : 용어, 부품, 장치' 전자책에서 찾아 보세요.



## 인버터 (Inverter)

인버터는 12 VDC 직류를 120/220 VAC 교류로 그 특성을 완전히 뒤집어 바꾸는 장치입니다. 즉 DC 직류를 AC 교류로 바꾸는 장치이다. 주행중충전기는 DC에서 DC로 바꾸는 장치임으로 이처럼 그 특성이 바뀌지 않은 상태로 전압만 변경함으로 이를 컨버터 (Converter)라 할 수 있다.

인버터는 PWM (Pulse Width Modulation)과 순수정현파 (Pure Sine Wave) 방식이 있는데, PWM 인버터는 코일이 들어 있는 전기기기 (예, 선풍기) 등에서 봉봉 거리는 소리가 나며 전환효율이 다소 떨어진다. 순수정현파는 한전 전기와 거의 동일한 파형을 제공하여 어느 기기에도 적합하나 가격이 PWM에 비해 비싸다.

인버터 용량을 선정할 때는 먼저 자신이 사용한 AC 기기들의 순간최대사용 전력에 유의하여 결정합니다. 헤어 드라이어는 통상 1500~1800 Watt, 제일 작은 마이크로오븐은 700 Watt 정도이다. 인버터 용량의 80% 이하에서 사용할 것을 추천한다. 마이크로오븐 700 Watt는 요리할 출력을 말하는 것이고 이 출력을 얻기 위해서는 순간최대 약 1200 Watt의 전력이 소요된다. 즉, M/W는 매우 효율이 낮은 가전이다. M/W를 사용하려면 2000 Watt, 헤어드라이어도 사용하려면 2500 Watt 용량의 인버터를 구입하도록 한다.

2500 Watt 인버터는 최대 200 Amp의 전류가 흐르게 됨으로 배터리 용량, 배선, 터미널, BMS, Busbar 등등 대부분의 부품이 200 Amp에 적합하도록 업그레이드 되어야 한다. 이러한 관점에서 헤어드라이어를 배터리로 사용하는 것은 여러 관점에서 비추이다. M/W의 사용시간은 대부분 3분 이내임으로 배터리 용량 선정, BMS 등 주변기기 선정에 헤어드라이어 보다 다소 여유가 있다.



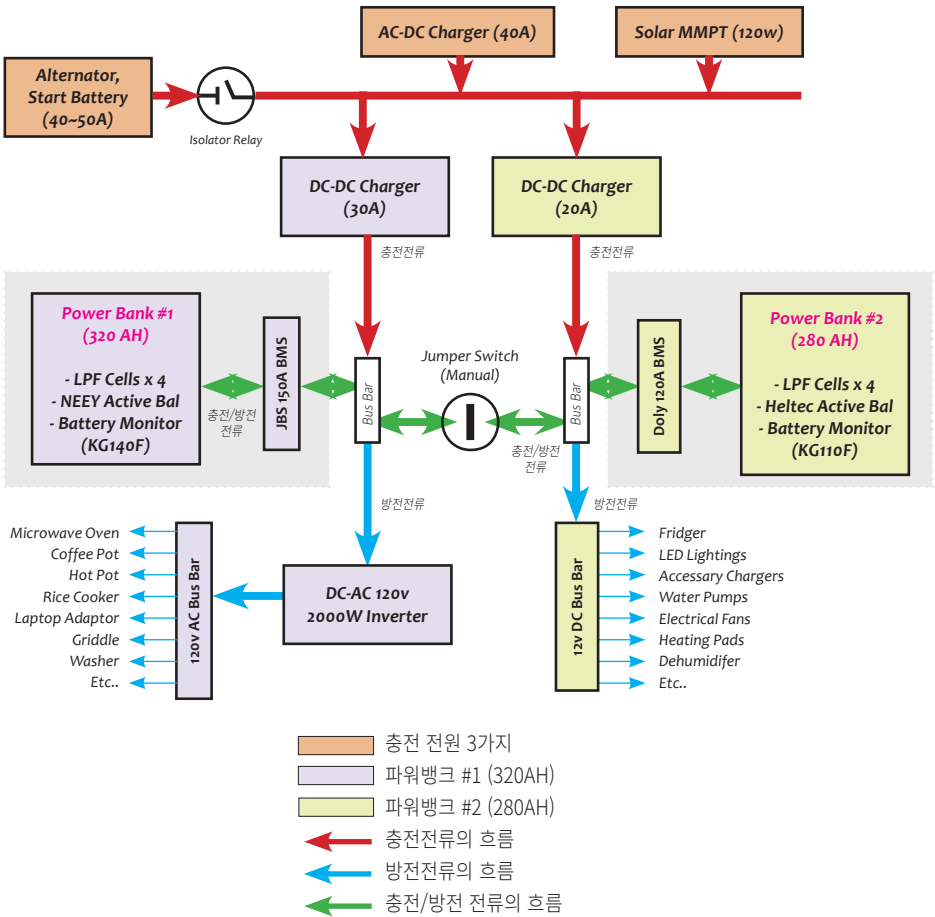
◀ 2,000W Inverter with Remote Control  
시장가격 : ~ \$270, Amazon



## Duo Power Bank 개념도

Duo 파병은 두개의 독립적인 Solo 파병을 필요에 따라 독립적으로 또는 병렬로 사용하는 시스템을 다시 주지하자. 파병#1 (320AH)는 120/220 VAC를 인버터, 파병#2 (280AH)는 캠핑냉장고를 위시한 12VDC를 사용하는 기기에 전원을 공급한다. 만약에 일반 120/220 VAC를 사용하는 일반 냉장고를 사용하는 경우, 파병#1에 연결하고 인버터를 24/7 동안 상시 켜 두어야 한다 (비효율적).

Duo 파병은 두개의 Solo 파병을 수동으로 연결/단락시키는 'Manual Jumper Switch'가 필요하다 (100 A 이상의 용량). 또한, 각 파병의 SOC (Status of Charge, 충전상태)와 배터리 전압을 정확히 모니터링 할 수 있는 파워미터 (우리의 경우, KG140F와 KG110F)가 필요하다.



\* Jumper Switch ON/OFF 상태에서 충전/방전 전류의 흐름 이해에 각별히 주목하세요.

전술한 바와같이 파병을 충전하기 위해서 3가지 방식을 이용한다. 특히 알터네이터 (또는 시동배터리)에서 충전전류를 받기 위해서는 시동시 회로를 연결시키는 아이솔레이터 릴레이가 있다. 주차중에는 이 릴레이는 OFF 상태가 되고 대신 솔라판넬이나 캠핑장의 전기를 이용한 AC-DC 충전기로 파병을 충전한다.

### 정차중 Jumper SW OFF 상태

파병#1과 파병#2에 사용된 구성품의 제조사와 성능에는 차이가 있으나 전기적으로는 동일한 구성이다. 각각의 파병을 충전하기 30A (#1)과 20A (#2) 주행중(DC-DC)충전기가 별도로 있다. 이때 Jumper Switch가 OFF 상태라면 각 주행중충전기는 각각의 파병을 충전한다. 파병#1이 먼저 만충에 이르면 30A 충전기는 정지상태로 되고, AC-DC 충전기의 모든 전류 (40A)는 파병#2로 흐르게 되나 파병#2의 주행중충전기는 최대 20A 만 처리 가능하므로 AC-DC 충전기 출력을 100% 활용하지 못하게 된다. 즉, 파병#1은 이미 만충인데, 파병#2는 20A로만 계속 충전되어 시간이 더 많이 걸리게 된다.

### 정차중 Jumper SW ON 상태

이러한 상황 (PB#1이 만충)에서 Jumper Switch를 ON으로 변경하면, PB#1용 주행중충전기 (30A)와 PB#2 충전기 모두 AC-DC 충전기 (40A)의 출력을 받아 PB#2를 충전한다. 주목할 것은 PB#1이 만충시 PB#1의 BMS가 충전을 막고 있기 때문에 PB#1으로는 충전전류가 흐르지 않는다.

### 주행중 Jumper SW OFF 상태

주행을 시작하면, AC-DC 충전기는 사용할 수 없고 솔라판넬과 알터네이터에서 충전전류가 공급이 된다. 만약 Jumper Switch가 OFF 상태라면, PB#1과 PB#2의 충전상태에 따라 알터네이터에서 공급되는 40~50A (Toyota Sienna의 경우, Bentz Sprinter는 거의 90A까지 공급됨, 차량의 알터네이터에 따라 상이함) 전류가 분배되어 각각의 주행중충전기를 통해서 각 파병을 충전하게 된다.

### 주행중 Jumper SW ON 상태

만약 PB#1이 만충에 이르고 (BMS#1이 충전을 막음) Jumper Switch가 ON 상태이면, 알터네이터 전류는 모두 PB#2로 공급된다. 알터네이터 공급전류가 40A라면, 주행중충전기 #1, #2를 통해서 합산 40A가 파병#2로 충전된다. 파병#2의 용량이 280AH 임으로 40A는 약 0.15C ( $0.15 \times 280 = 42A$ )로 배터리 입장에서 크게 무리한 충전양은 아니다.

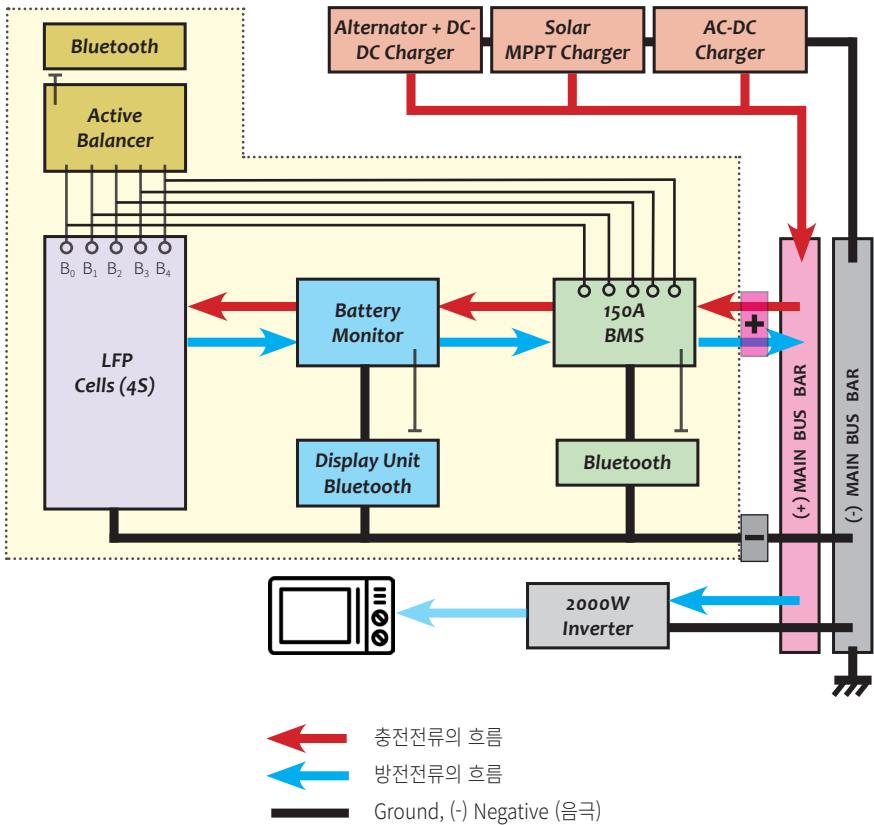
### 축열현상에 주의

하지만, 실제 40A로 20분 이상 계속 충전하게 되면, 배선 케이블, 버스 바, 케이블 터미널, 배터리 터미널, 서키 브레이커, BMS 등 거의 모든 부품과 연결부위에서 열이 나고 시간에 따라 축열현상이 발생된다. 실상 PB#1과 #2를 Jumper Switch 없이 직결을 해버려도 되나, 축열현상을 직감적으로 관리하기 위해서 둔스위치이다. 이러한 직감적 상황을 판단하기 위해서 각 파병의 충전상태를 쉽게 판단할 수 있는 배터리 모니터의 역할이 중요하다 (KG140F, KG110F). 운행이 남은 시간을 보아 Jumper Switch를 닫아 PB#2를 집중 충전할 것인지, OFF로 하여 각각의 파병을 충전할 것인지는 운전자의 판단이다.

700W 마이크로오븐은 순간최대전류를 100A (1200W) 정도 요구한다. 만약에 이 큰 전류를 PB#1의 JBD 150A BMS가 홀로 감당하면 수분 이내에 #1 BMS가 과열상태가 되어 방전을 차단해 버릴 것이다. Jumper Switch가 ON 상태이면, 최대 50% 정도 (50A)의 전류를 PB#2로 부터 공급받기 때문에 인버터를 10분 이상 연속 사용이 가능하다. 특히 전기프라이팬 (800W, 70~80A) 처럼 10분 이상 사용하는 경우 BMS가 과열될 것이 자명하므로 Fan이 달린 BMS나 별도의 Fan를 BMS에 달아 주고 케이블과 연결단자가 있는 부품들의 용량 선정에 유의해야 한다.



# SOLO 파워뱅크 기본 구성도



## 파방 박스 외부의 연결 기기

파워뱅크의 주인공인 인산철 Cell들을 중심으로 Active Balancer, Battery Monitor와 BMS가 박스에 housing 된다. 그림에서 보듯 파방 박스 외부에 오로지 (+), (-) 단자가 나오며, 이 단자에 외부에서 3가지의 충전용 전원을 공급하고, 또한 충전된 파방에서는 인버터로 방전 전원을 공급하여 각종 기기를 사용케 된다. 위의 그림에서 표기된 충전/방전 전류는 최대 150A 까지 처리할 수 있도록 케이블과 케이블터미널 선정에 유의하여야 하며, 상세한 데이터는 '차박전기 1편' 책자를 참조하기 바란다.

Main Bus Bar는 충전 및 방전 전류가 흐르는 마치 고속도로와 같은 구실을 함으로 길이 넓을 수록 정체가 덜 하듯이 150A 이상을 처리할 수 있는 부품을 사용토록 한다. (-) Main Bus Bar는 차체에 Ground를 시키면 된다.



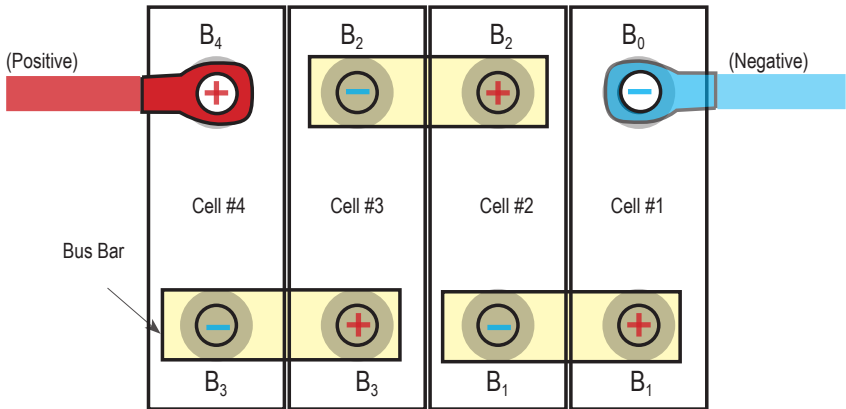
## 1단계 조립 : 인산철 셀 (4S)

LFP  
Cells (4S)

인산철 셀의 공칭전압 (Nominal Voltage)은 3.2V 이다. 인산철의 실제 운드용전압은 2.5~3.65 V 범위이다. 공칭전압은 50% SOC (Status of Charge, 충전 상태)의 전압을 대표 전압으로 정한 것이다. 인산철배터리 외형은 원통형, 각형, 파우치형 등이 있으나, 우리는 벽돌모양의 각형 (Prismatic)을 사용하며, 현재 시장에는 50~320 AH Cell들을 구입할 수 있다.

일반차량은 12볼트, 트럭 버스 등은 24볼트 직류전원이 기본 전압이라 우리는 12볼트 파병을 고려한다. 12볼트를 얻기 위해서는 4개 셀을 직렬로 연결한다 (3.2v x 4 cells). 이처럼 4개 직렬 연결을 간단히 4S (4 Serial)라고도 한다.

**아래 그림 참조 :** 직렬 연결을 셀#1의 (+)를 셀#2의 (-)에, 셀#2의 (+)를 셀#3의 (-)에, 셀#3의 (+)를 셀#4의 (-)에 연결한다. 셀#1의 (-)를 B0라 칭하고, 이 터미널의 전압값이 0 볼트 (그라운드, Negative)가 된다. 셀#4의 (+)은 B4가 되고, 이 터미널의 전압이 12.8 볼트 (3.2 x 4)가 되어 파병의 (+) 출력 터미널이 된다. 그림과 같이 버스바를 이용하여 셀들을 체결하고 반드시 볼트미터를 이용하여 B0~B4의 전압값을 확인 하여야 한다.

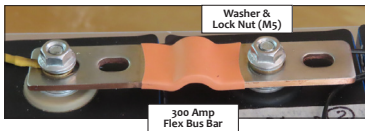


- B<sub>0</sub> 0.0 v (-) 터미널
- B<sub>1</sub> 3.2~3.3 v
- B<sub>2</sub> 6.4~6.6 v
- B<sub>3</sub> 9.6~9.9v
- B<sub>4</sub> 12.8~13.2 v (+) 터미널



## 배터리 셀 조립

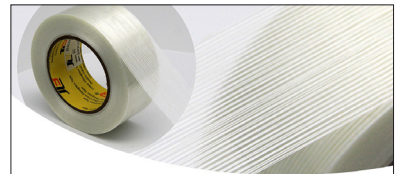
- (1) **Liner 준비** : 찬장에서 컵이나 그릇들이 잘 미끄러지지 않도록 그림과 같은 Liner를 셀과 셀 사이에 삽입하여 차량 진동으로 인하여 셀이 이격되지 않게 하고 셀 간의 절연에 도움을 준다. 셀의 측면과 같은 크기 (173 x 200mm)로 5장을 준비한다.
  - (2) **Cell에 번호 부여**
  - (3) **Cell 배치** : 최우측에 #1, 최좌측에 #4 Cell을 도면과 같이 직렬연결을 위해 배치한다. 이때 셀 사이에 Liner를 삽입한다. 남은 Liner 2장은 나중에 사용.
  - (4) **Filament Taping** : 유리섬유 필라멘트가 들어 가 있어 인장력이 강한 테이프를 사용하여 배터리 팩 측면을 테이핑하여 최대한 셀들이 움직이지 않도록 한다
  - (5) **버스바 체결** : 도면을 참조하여 버스바를 체결한다. 추후 능동밸런서와 BMS와 배선을 해야 함으로 최종조립은 아니다. 차량의 진동을 고려하여 Flexible Busbar를 추천한다. 일반적인 Nut도 가능하지만, Lock Nut를 사용하면 진동으로 느슨함을 방지할 수 있다. 일반적으로 인산철 터미날의 직경은 5mm 임으로 M5 Nut를 구입한다.
  - (6) **확인** : 볼트 미터를 가지고 B0, B1, B2, .. B4의 전압을 측정해 최종 점검
- \* 일반적으로 280AH 이상의 용량을 갖는 인산철 셀을 팩으로 묶어 보면 셀들의 중앙 부분이 약간 **Swelling (배부름) 현상**을 볼 수 있다. 같은 공간에 집적도를 높이기 위해 제조시에 발생하는 현상이다. 추후 배터리 박스를 만드는 단계에서 **컴프레션 (압축)**하여 다소 개선하도록 한다.



◀ Flexible Bus Bar, 200A



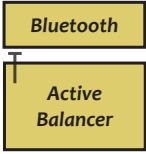
▲ 미끄럼방지 Liner



▲ Filament Tape



## 2단계 조립 : 능동 밸런스 (Active Balancer)



같은 날 같은 Batch에서 제조된 인산철 셀들이라고 해도 점차 만충 상태에 가까와 지면 각 셀들의 전압이 충전이 진행됨에 따라 제각각으로 들쭉날쭉한 값을 갖게 된다. 4개 셀중 최소 전압과 최대 전압의 차이 (우리는 이 값을 Delta로 정의)가 크면 클 수록 Unbalance 되었다고 하고, 배터리 용량을 다 사용할 수 없게 하는 문제가 발생한다. 이와같이 잊어 버린 용량을 모든 셀의 전압을 밸런싱함으로 충방전으로 인해 Unbalancing 되어 가는 셀 특성을 보완해 준다.

Active Balancer는 이 Delta가 커져 더욱 Unbalance되면 더 빠르게 밸런싱 작업을 하고, 이로 인해 Delta가 줄어 들면 점차 서서히 밸런싱 작업을 한다. Super Capacitor를 이용한 Heltec의 제품이 대표적이고 간단하고 효과적인 성능을 보여 준다. Delta가 200mv 이상일 때 약 5A의 밸런싱 전류로 빠르게 작업을 하지만 Delta 값이 줄어 들면서 속도도 줄어 들고, 10mv 인근에 이르면 더 이상 밸런싱을 하지 않는다. 이 10mv 값을 Balancing Accuracy라고 한다.

반면, NEEY의 Active Balancer는 작은 프로세서를 탑재하고 있어 사용자가 어플을 통해서 지정하는 Balancing Accuracy에 이를 때까지 최대전압을 갖은 Cell에서 4A 전류를 빼내서 최저전압을 갖는 Cell로 충전시킴으로 4개 셀의 전압을 균등하게 만들어 간다. 이 제품의 Accuracy는 0.001v까지 임으로 설정할 수 있다.

보다 상세한 Balancing에 관한 정보는 '차박전기 [3]편 : 인산철 배터리 이론'을 참조하세요.

↓ [drSunnyLee.com/docs/차박전기\\_3.pdf](http://drSunnyLee.com/docs/차박전기_3.pdf)



### ◀ HELTEC 4S Active Balancer

배선줄 5가닥 (B0, B1, B2, B3, B4)으로 인산철 배터리팩의 B0, B1... B4에 연결하여 각 셀들의 전압을 취득하여 밸런싱 작업을 한다.

별도의 전원없이 B0를 (-), B4를 (+)로 자체 전원을 사용한다.

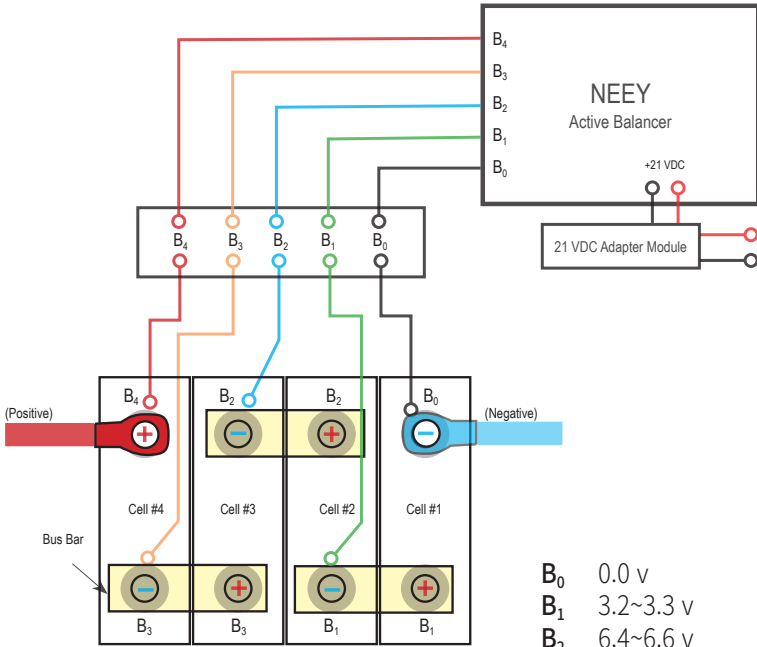


### ◀ NEEY 24S Active Balancer

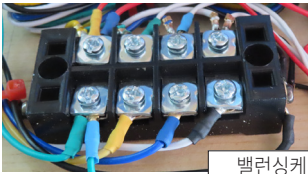
이 제품은 24개 Cell의 직렬연결 까지 지원되는 제품이라 25가닥의 밸런싱케이블이 있다. 4S를 구현하기 위해서 이중 첫 5가닥을 B0,..., B4에 연결하고, 마지막 #25번 케이블에 별도의 20 volt 이상의 외부전원을 공급해야 한다.



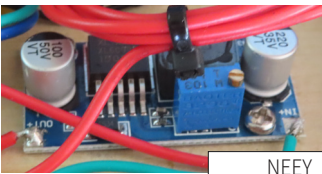
# NEEY Active Balancer 배선



- B<sub>0</sub> 0.0 v (-) 터미널
- B<sub>1</sub> 3.2~3.3 v
- B<sub>2</sub> 6.4~6.6 v
- B<sub>3</sub> 9.6~9.9 v
- B<sub>4</sub> 12.8~13.2 v (+) 터미널



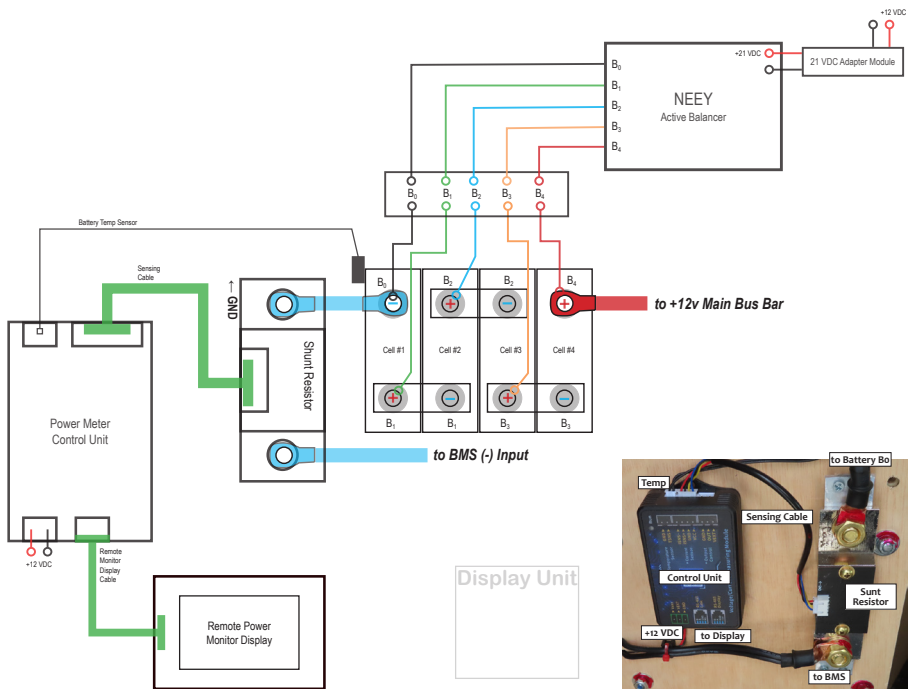
밸런싱케이블  
터미널 블럭



NEEY  
외부 전원



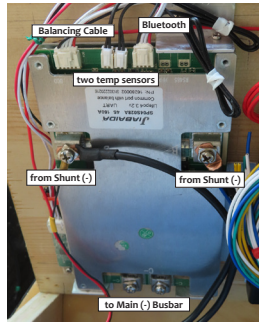
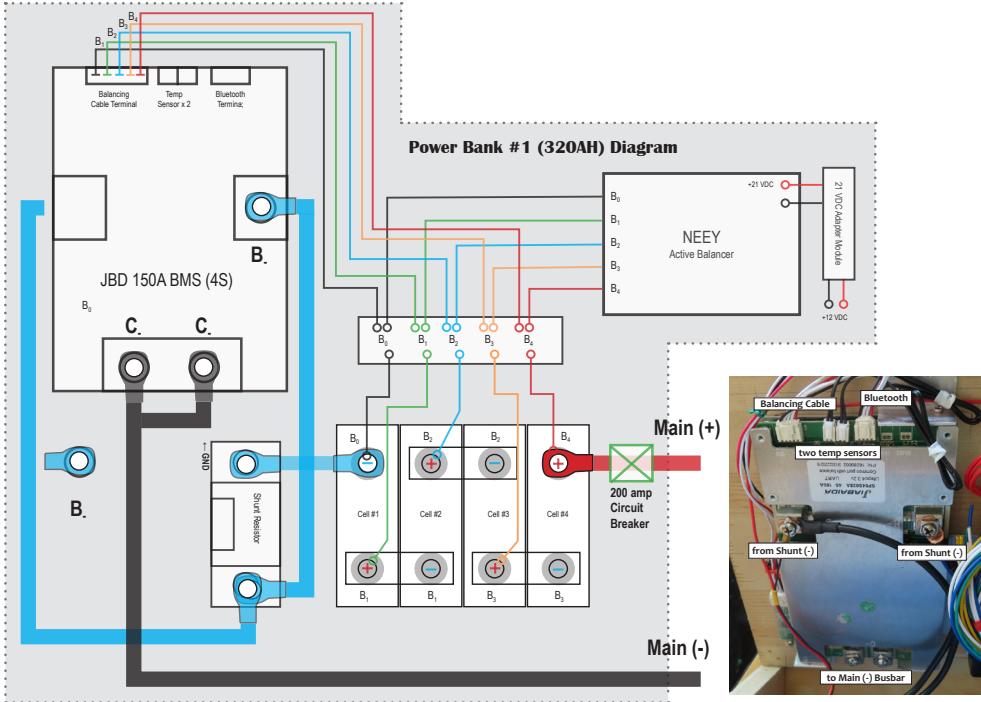
# 3단계 조립 : Battery Monitor



계속 작업



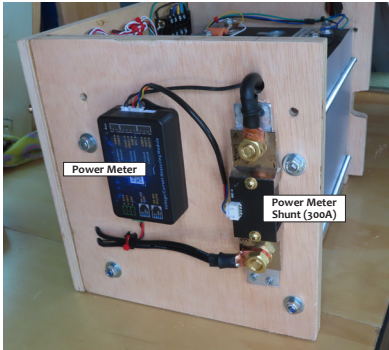
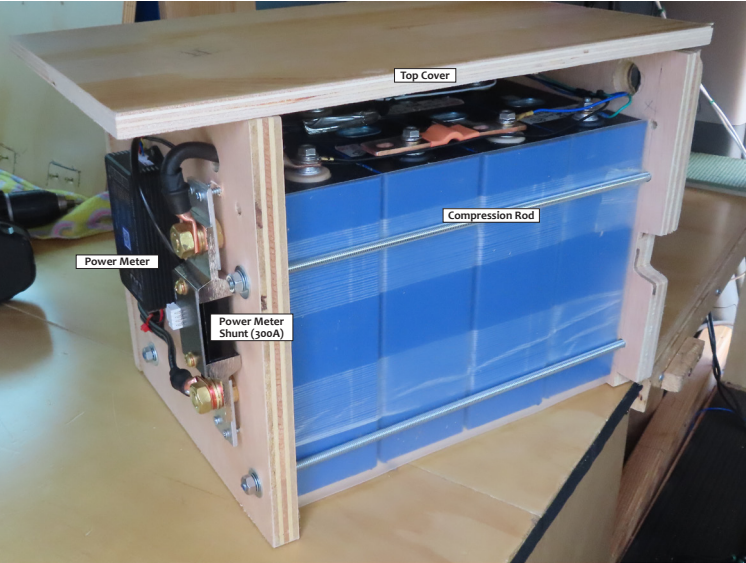
# 4단계 조립 : BMS (Batt. Mangement System)



계속 작업



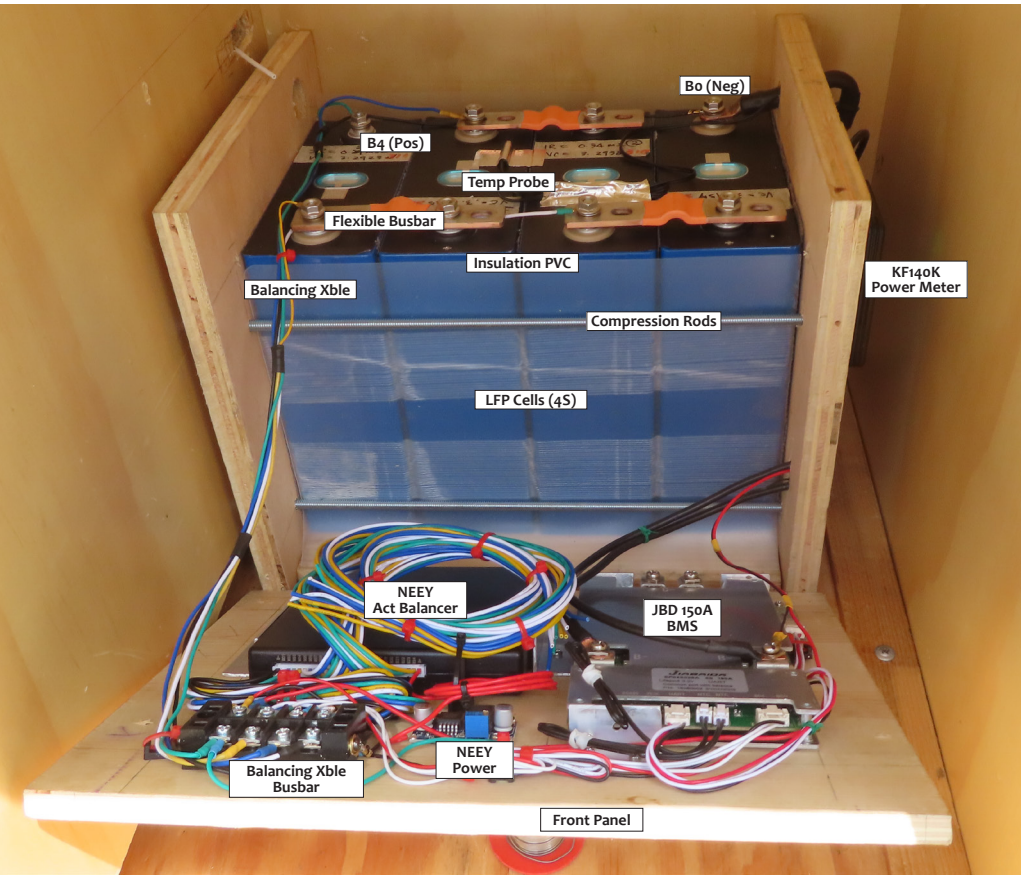
## 최종 조립 : Power Bank Housing



계속 작업



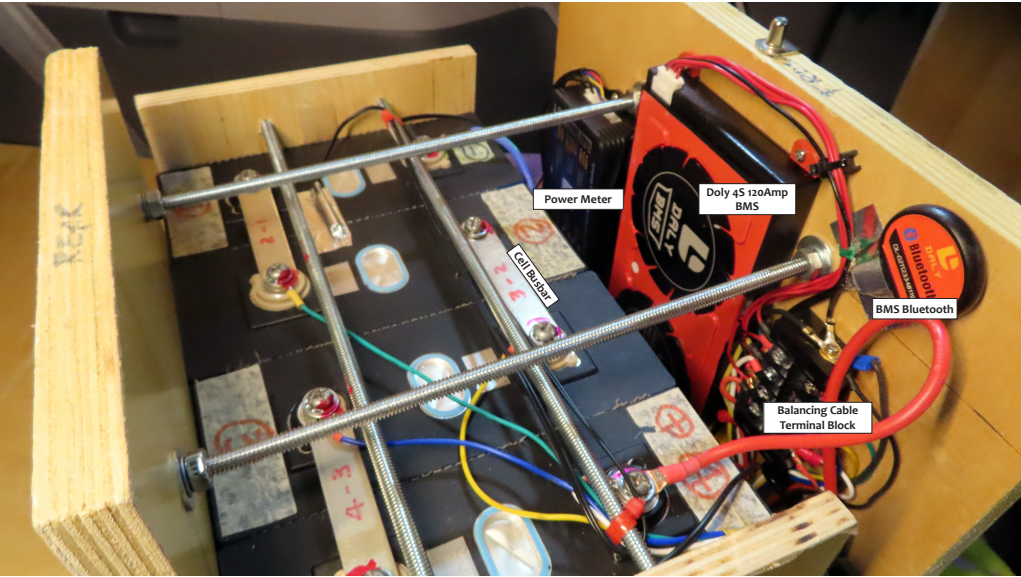
# 파워뱅크 #1 (320AH) 최종 매립된 모습



계속 작업



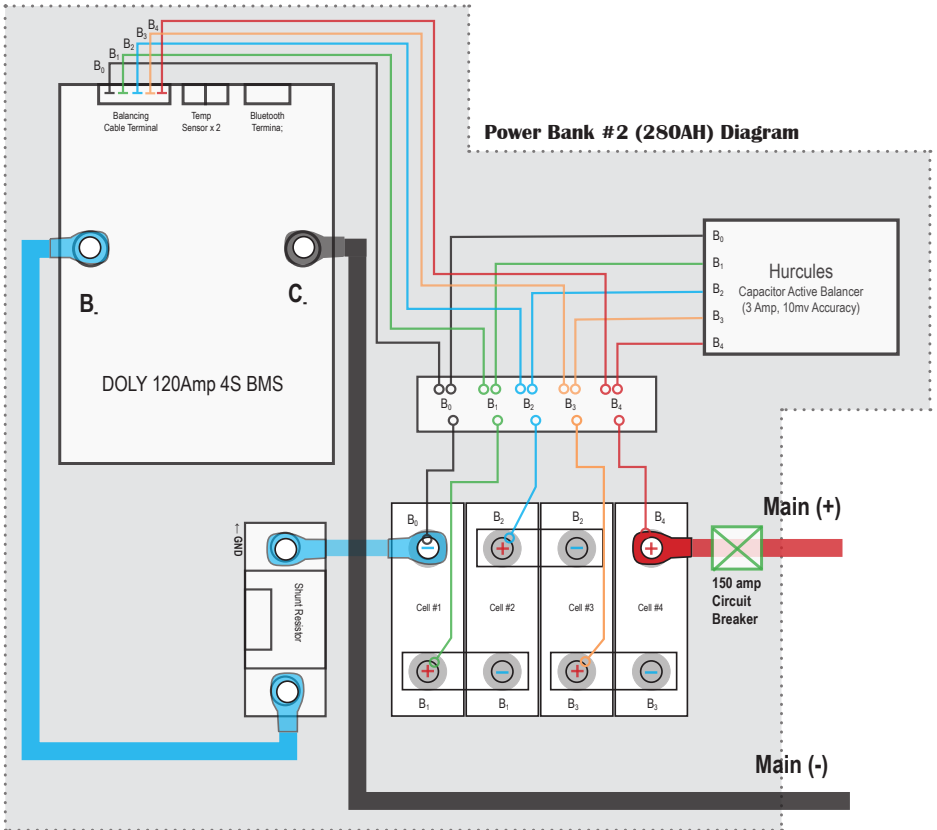
## 파워뱅크 #2 (280AH) 최종 매립된 모습



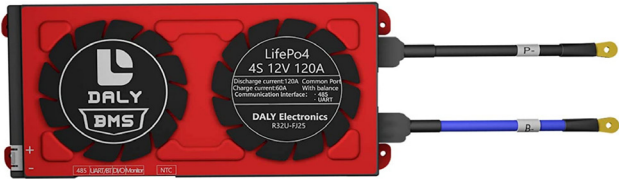
계속 작업



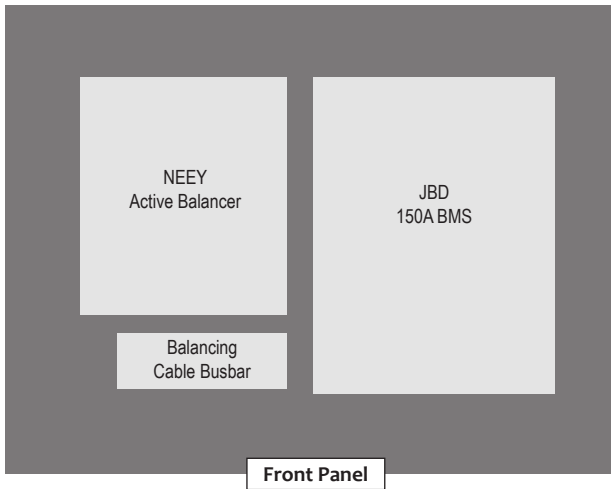
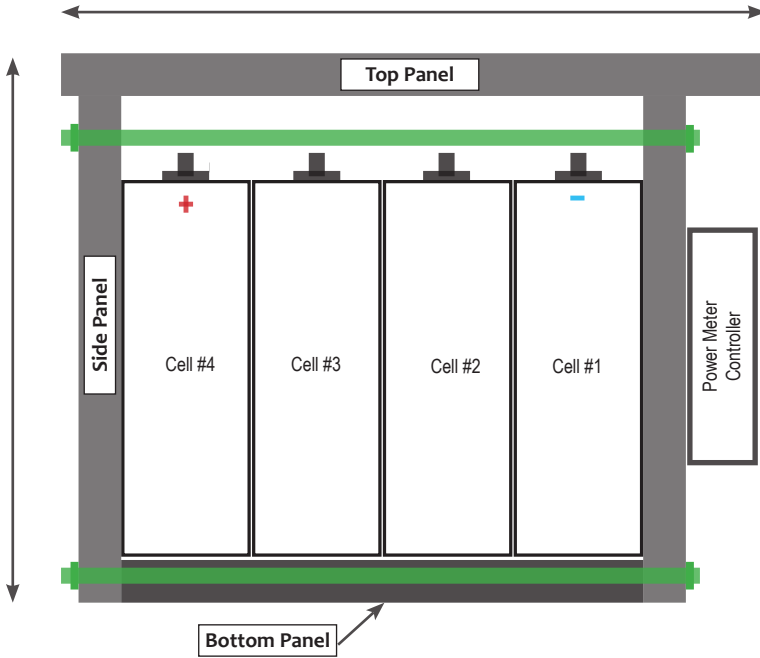
# 파워뱅크 #2 최종 배선도



계속 작업

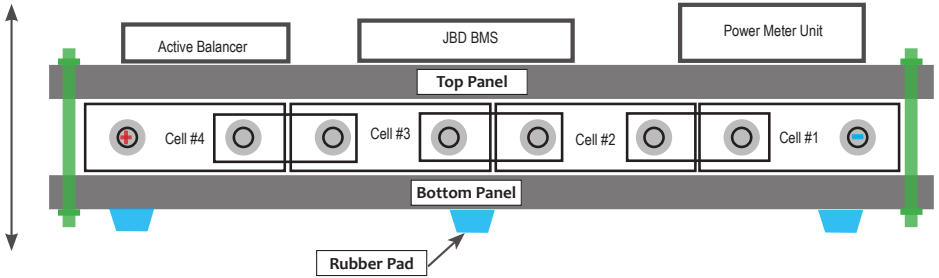
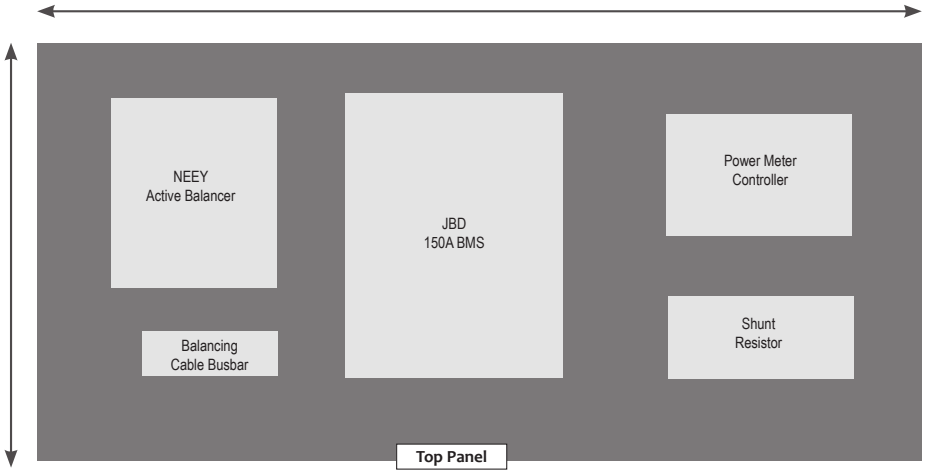


# Upright Type



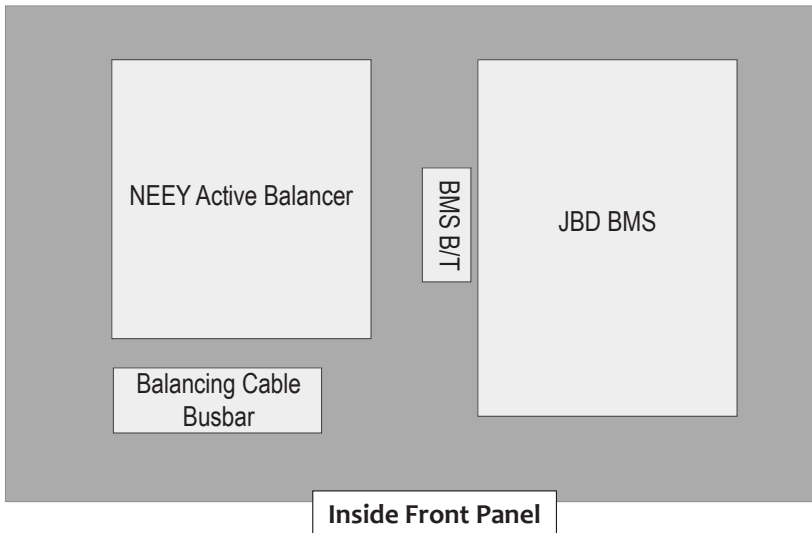
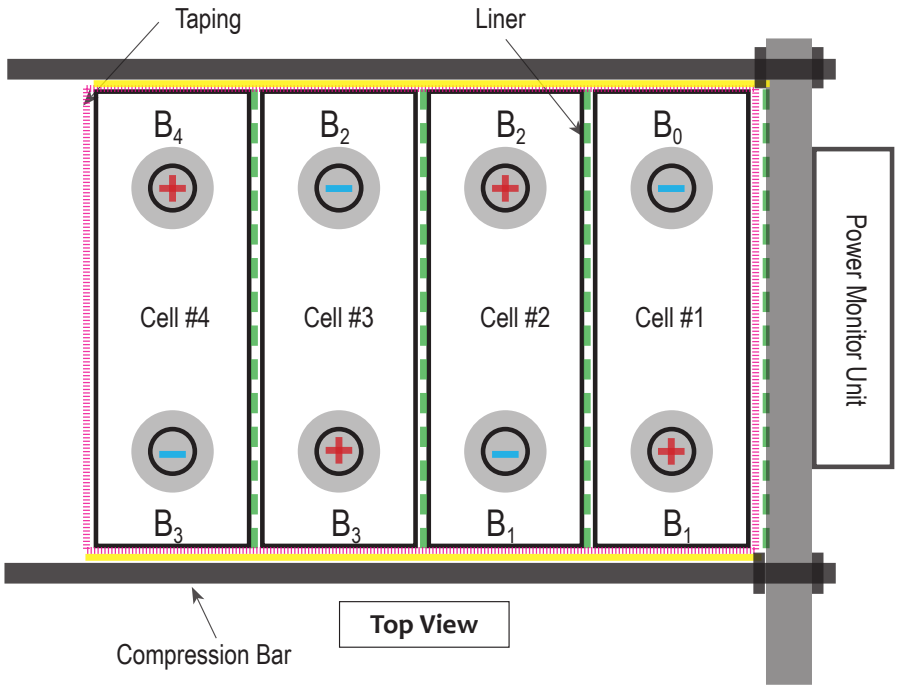


# Sandwich Type



계속 작업

계속 작업



계속 작업

