

最适用于物联网市场的小型锂离子可充电电池

尼吉康株式会社

近年来随着物联网 (Internet of Things: IoT) 的发展，人们的生活有了很大的改变。利用 AI 分析从各种各样的“物品”上搭载的各类传感器收集来的大数据，然后高效地推动事物，出现异常时发出通知等，逐渐成为生活中不可或缺的存在。利用传感器的感测需要电源，市场要求全新的蓄电装置。

下面是利用物联网的部分解决方案。

1. 智能家居

在家中设置物联网传感器，收集各个房间的温度和湿度等信息。通过分析温度和湿度的分布情况，向需要的地方送出空调冷气和暖风，或者进行加湿和除湿，创造人们便于生活的环境。

2. 灾害检测

在家中、大厦、山上、河流等处设置物联网传感器，当发生火灾、洪水、地震时，可在第一时间通过语音和光线通知危险。人们可以第一时间获得信息，尽快实施避难，把灾害控制到最小程度。

3. 智能工厂

在工厂的生产线和仓库设置物联网传感器，可以实时监控生产线的运行状况和库存数量。根据这些信息，可以调整产量和检测生产线的异常状况。

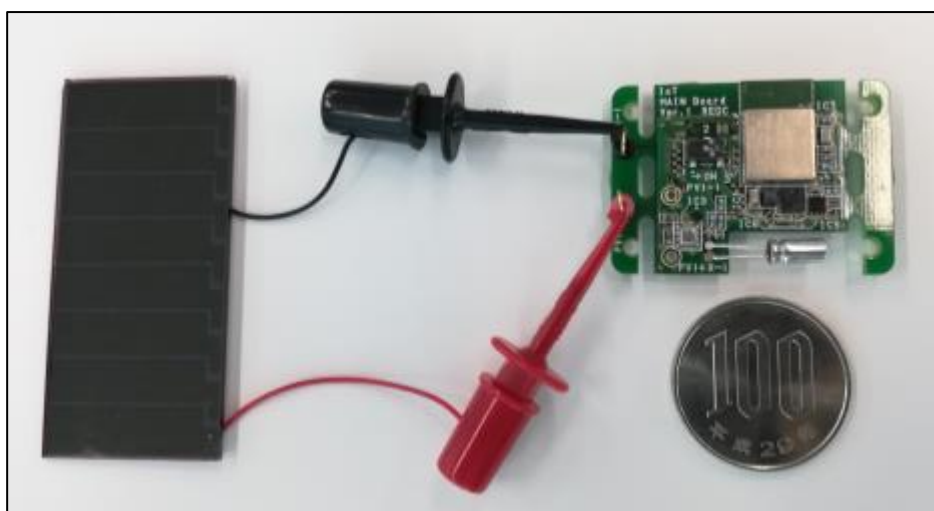
4. 智能农业

在塑料棚内设置物联网传感器，收集温度和湿度、照度等信息，并且通过分析这些数据，可以创建植物容易成长的最佳环境。



【图 1 利用物联网的解决方案】

如果将物联网传感器设置在可以使用商用电源的地点进行感测，不会有任何问题。但是，如果设置在不能确保电源的地点，就必须要有蓄电装置，大多数情况下使用一次电池，但因为使用年限较短，必须进行定期更换。与此相比，改用可充电电池，并且与能量收集器一同搭载后，就能实现自立性和免维护，因此最适用于物联网传感器的可充电电池的市场需求水涨船高。下面介绍尼吉康正在考虑与理光微电子株式会社（以下简称理光微电子）合作的环境传感器。（图2）这一机制是利用理光微电子的能量收集用低电流降压 DC-DC 转换器，对光伏板发电的电气进行降压后，在小型锂离子可充电电池中蓄电。利用低电流升降压 DC-DC 转换器对蓄电电能进行降压后，向可以检测温度、湿度、气压、照度的传感器供电和驱动无线模块，然后通过蓝牙功能将感测到的信息发送出去并且收集数据。此外，还将搭载可以监控电池电压的 IC，就能很容易获知剩余的电池电量。该环境传感器中搭载了尼吉康的“SLB 系列”小型锂离子可充电电池 0.35mAh(φ3×7Lmm)，与光伏发电搭配后，实现了免维护。“SLB 系列”最适合的理由是，可以实现低电流充电和大电流放电，循环特性卓越，并且是长寿命。关于低电流充电，相比普通的锂离子可充电电池，由于其内部电阻小，因此低电流也能进行充电。由于多数情况下能量收集器的发电电流小，因此能够用低电流进行充电，这一点相比其他电池有优势。关于大电流放电，由于其内部电阻小，因此可以瞬间进行放电。在物联网的世界里，可以通过各种通信方式收集数据，但所需电力取决于信息量和距离，耗电量越大，越需要大电流。普通的锂离子可充电电池想要用大电流进行放电，只能增加产品容量，产品尺寸也会变大。“SLB 系列”可以实现小型而大电流，尺寸也无需变大。关于循环特性，相比普通的锂离子可充电电池，可以实现 10 倍以上的充放电，而且可以做到免维护。



【图2 环境传感器（理光微电子 提供）】

下面介绍“SLB 系列”的结构及特长。基本技术采用了东芝基础设施系统株式会社的可充电电池 SCiB™ 技术，开发产品的特长如下所述。开发产品的负极采用了钛酸锂（LTO），具有高频率×（最大 20C）的快速充放电性能，实现了接近电气双层电容器的高输出密度。此外，还同时具有 10C 频率下充放电循环 25,000 次以上的耐久性和 -30℃ 的低温环境下也能运行的低温特性。不仅如此，由于不易析出造成短路或老化的锂金属，因此冒火冒烟的危险性也极低，是一款安全的小型锂离子可充电电池。

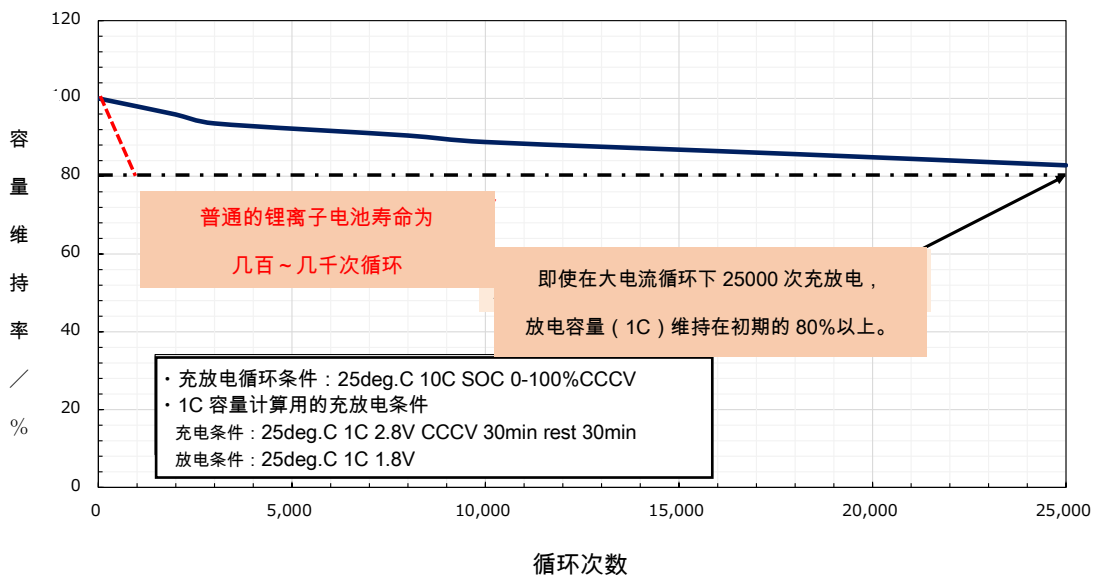
< 结构及特长 >

普通的锂离子可充电电池的结构一般采用圆筒形、方形和钮扣形。尼吉康开发的“SLB 系列”采用了圆筒形状，几乎与尼吉康电气双层电容器的基本结构一致，由正极、负极、隔膜、电解液以及外壳材料构成。

正极和负极是在薄薄的金属箔上各自涂抹了正极材料和负极材料而成，相比大多数的小型锂离子可充电电池中被采用的碳素材料，负极的主要材料钛酸锂是热稳定性很高的难燃材料。在钛酸锂负极规格中，到高温区域为止不会与电解液进行反应，因此很难发生由负极材料和电解液反应引起的热失控。此外，在锂离子被释放出来的状态下，钛酸锂具有变成接近绝缘状态的性质，因此即使发生部分短路反应，也不会波及到电池整体，而且短路处的钛酸锂表面变成绝缘状态，可以抑制放电反应的进程。故此，“SLB 系列”的特长是即使发生内部短路，电池的发热反应也极为缓慢。

< 循环特性 >

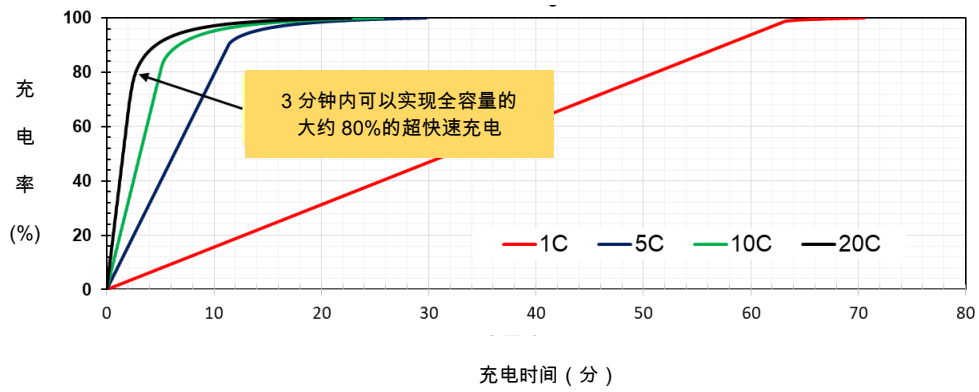
1 小时内对电池容量进行充电或者放电时的电流频率定义为 1C。普通的锂离子可充电电池的循环特性是，在 1C 频率条件下进行充放电时，做几百~几千次循环，并且保持 80%左右的容量维持率。但是，尼吉康的“SLB 系列”即使在 10 倍的 10C (1/10 小时的充电或者放电) 频率下，实施 25,000 次的充放电循环试验，也能保持 80%以上的容量，这是一款高频率下的循环寿命卓越的电池。(25,000 次循环相当于一天 7 次充放电，大约维持 10 年的次数)



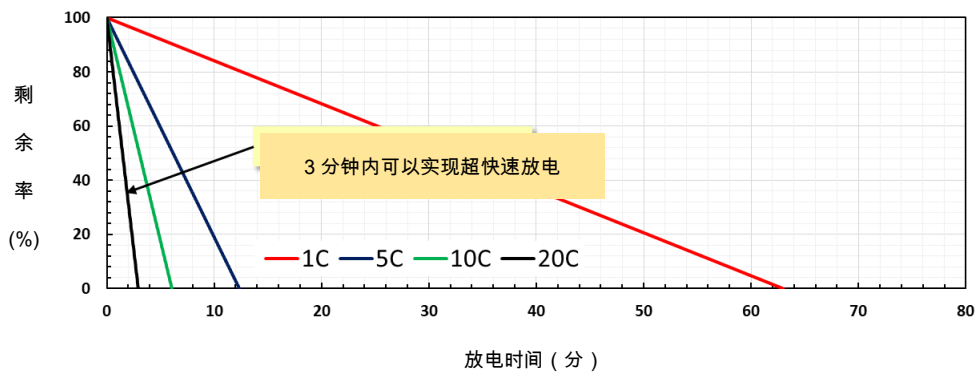
【图 3 充放电循环特性】

< 频率特性 >

尼吉康的“SLB 系列”可以支持最大 20C 的快速充放电，鉴于在 20C 情况下充电时，3 分钟内可以实现大约 80% 的快速充电，因此最适用于短时间内的充电用途。此外，在 20C 情况下放电时，3 分钟内可以将充电容量的大约 95% 进行放电，这种蓄电装置适用于需要大功率的用途。电池的频率特性如图 4a 及 4b 所示。



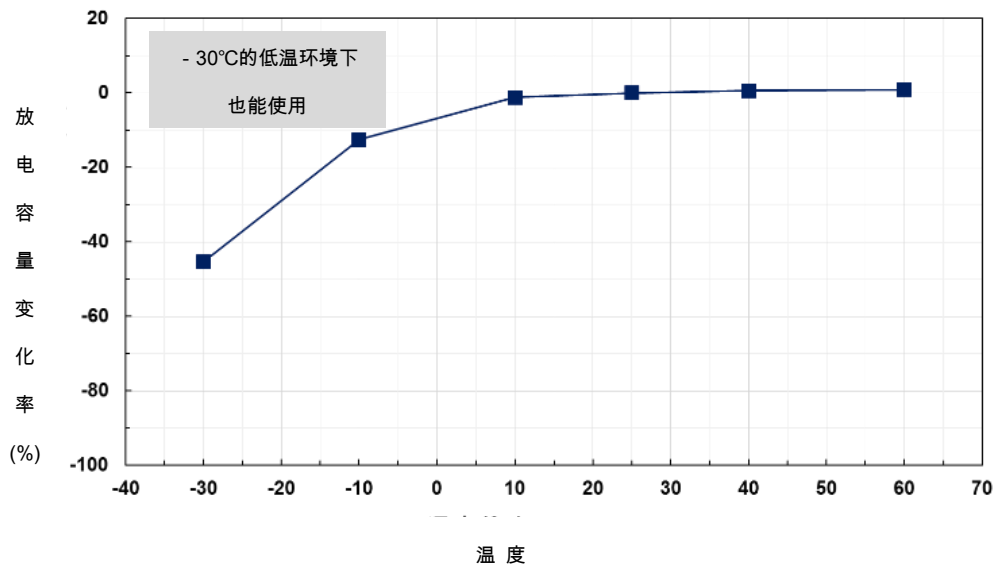
【图 4a 充电特性】



【图 4b 放电特性】

< 低温特性 >

在 -30°C 的低温环境下，也能进行充电和放电，低温特性卓越。在低温环境下钛酸锂负极上不会析出锂，因此非常安全，即使反复进行充放电，也不会出现诸如容量劣化的电池性能损伤，低温环境下的耐久性也是卓越。



【图 5 低温特性】

< 安全性 >

针对尼吉康的“SLB 系列”实施了表 1 所示的安全性试验，均未确认破裂和冒火现象。钛酸锂负极在 SOC (State Of Charge : 剩余容量) 范围内 (0 ~ 100%) 保持至少 1.5V 的电位，原理上不会析出锂。此外，在过充电区域也确认了钛酸锂负极保持至少约 0.5V 的电位，并且不会析出锂，万一发生了过充电，也不会出现破裂和冒火的机制是其特长之一。

【表 1 安全性试验结果】

| 试验项目 | 试验内容 | 结果 |
|------|--|----------|
| 压坏 | 充满电后，将圆筒形电池的纵轴与压头呈垂直状态插入后，利用半圆形压头 ($\Phi 10\text{mm}$) 将电池压碎至试验前的 50%。 | 未出现破裂和冒火 |
| 穿钉 | 充满电后，在电池中心部位垂直地以 5.5mm/sec 的速度贯穿 $\Phi 3\text{mm}$ 的钉子后放置。 | 未出现破裂和冒火 |
| 钝钉试验 | 在充满电的电池上，利用钝钉以 0.1mm/sec 的速度压制电池。电池电压至少下降 0.5V 的节点视作短路，停止钉子下降。 | 未出现破裂和冒火 |
| 外部短路 | 将电池的正负极端子连接到 1m Ω 左右的外部电阻上，让其短路。 | 未出现破裂和冒火 |
| 过充电 | 准备至少在 10V 的状态下可以使用的电源，将电池从放电状态下用 1C (或者 2~10C) 通电至额定容量的 25%。 | 未出现破裂和冒火 |
| 强制放电 | 从放电状态 (SOC0%) 用 1C 向电池反向充电 90 分钟。 | 未出现破裂和冒火 |

< 对今后的期望 >

尼吉康的“SLB 系列”小型锂离子可充电电池产品不仅在物联网市场上，还在各个领域值得期待，发挥其产品特长，深耕现有市场和开拓新市场。

※高频率的快速充放电性能：

1 小时内对电池容量进行充电或者放电时的电流频率定义为 1C。可以用大于 1C 的频率进行充放电叫做高频率的快速充放电性能。

参考文献

*1：安全性卓越的新型可充电电池 SCiB：小杉、稻垣、高见

*2：耐久性和安全性卓越的混合动力汽车用新型可充电电池 SCiB：高见、小杉、本多

*3：HEV 用 新型可充电电池 SCiB 电池组：小杉、高见、本多

*4：物联网的电源 - 电池的诸多问题：竹内启治