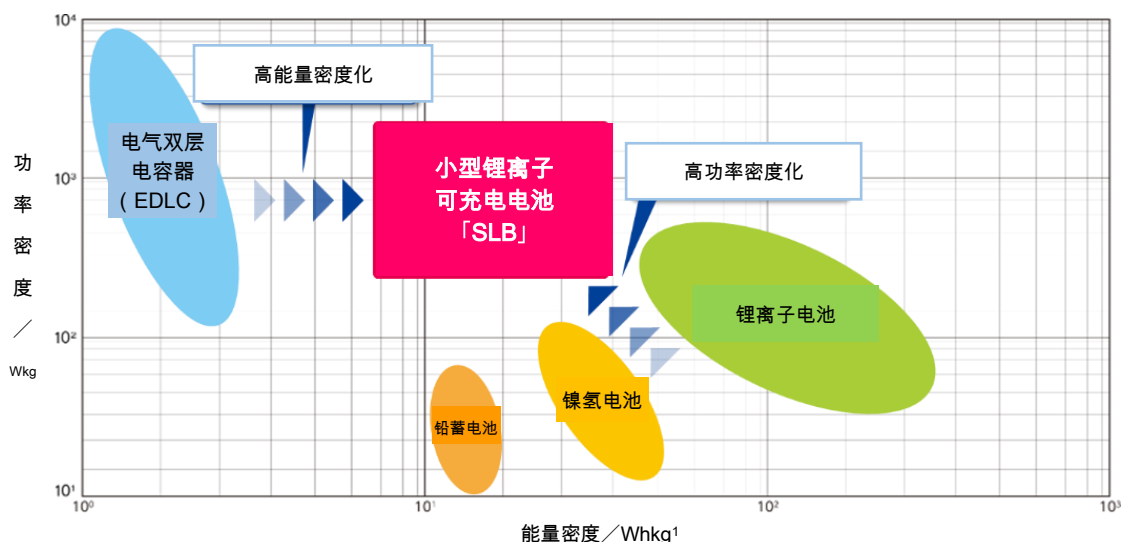


小型锂离子可充电电池的开发及其特长

尼吉康株式会社

近年来随着利用物联网、大数据、人工智能、云服务的新产品和服务的增多，将光能、热能、振动、电波等能源转换为电气的环保发电系统（能量收集）规模也在逐步扩大。不仅如此，随着无需人工操作的自动驾驶和 ADAS（先进驾驶辅助系统）等汽车电子系统的发展，市场对蓄电装置的性能要求越来越高。

电气双层电容器的功率密度高但能量密度低，因此市场要求能更长时间进行能量放电的电容器。另一方面，普通的锂离子可充电电池的能量密度高但功率密度低，因此市场要求能用更大的电流进行充放电的电池。东芝基础设施系统株式会社（以下简称东芝）的可充电电池 SCiB™ 恰好匹配这一要求，鉴于这一技术能够解决锂离子电池缺点的安全性、循环耐久性、低温下的使用、快速充放电性能等课题，因此从东芝获得了技术，开发了专攻小型尺寸的，能够反复充放电的，同时具备了功率密度和能量密度的小型锂离子可充电电池。



【图 1 主要蓄电装置的能量比较图】

基本技术采用了东芝可充电电池 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 18,000 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 >

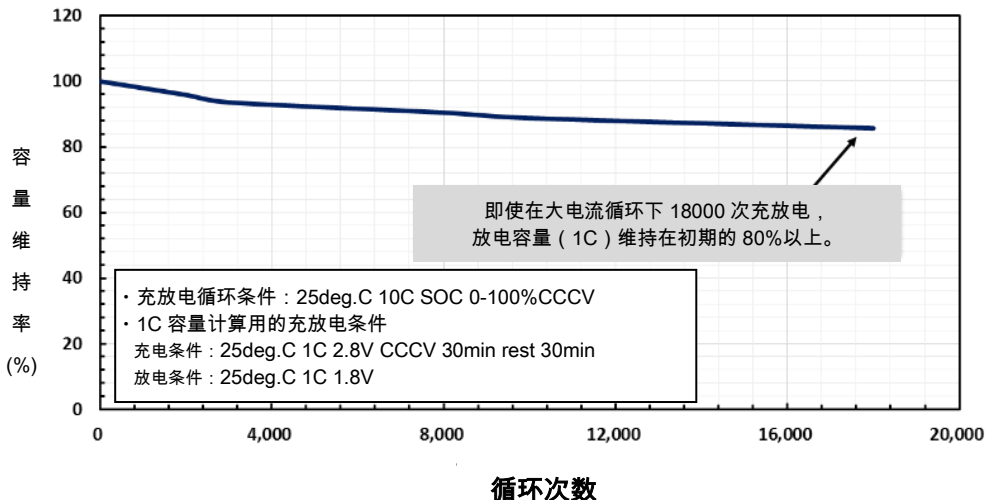
普通的锂离子可充电电池的结构一般采用圆筒形、方形和钮扣形。尼吉康开发的小型锂离子可充电电池采用了圆筒形状，几乎与尼吉康电气双层电容器的基本结构一致，由正极、负极、隔膜、电解液以及外壳材料构成。

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，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，小型锂离子可充电电池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 >

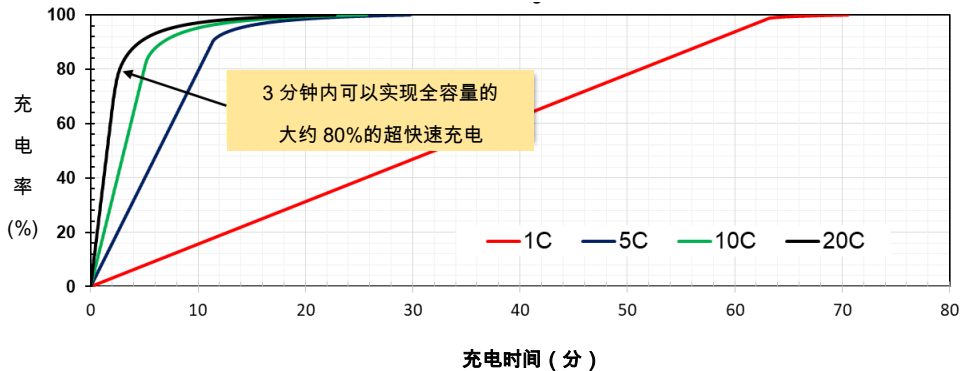
1 小时内对电池容量进行充电或者放电时的电流频率定义为 1C。普通的锂离子可充电电池的循环特性是，在 1C 频率条件下做几百~几千次循环，并且保持 80%左右的容量维持率。但是，尼吉康开发的小型锂离子可充电电池即使在 10 倍的 10C (1/10 小时的充电或者放电) 频率下，实施 18,000 次的充放电循环试验，也能保持 85%以上的容量，这是一款高频率下的循环寿命卓越的电池。(18,000 次循环相当于一天 5 次充放电，大约维持 10 年的次数)



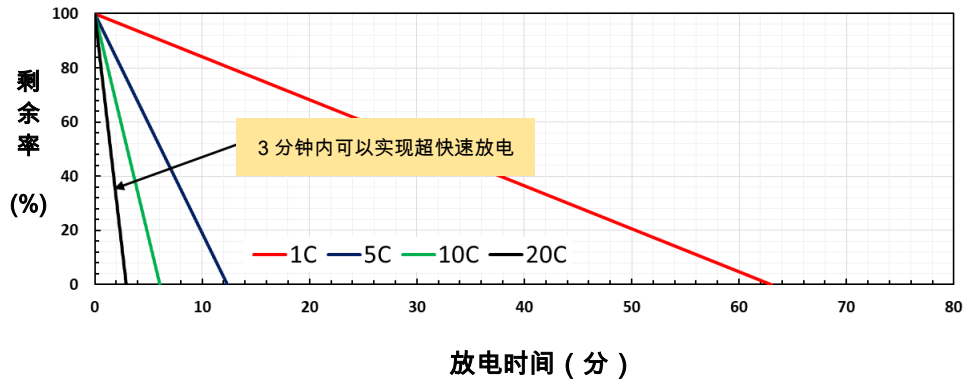
【图 2 充放电循环特性】

< 频率特性 >

开发品可以支持最大 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 3a 及 3b 所示。



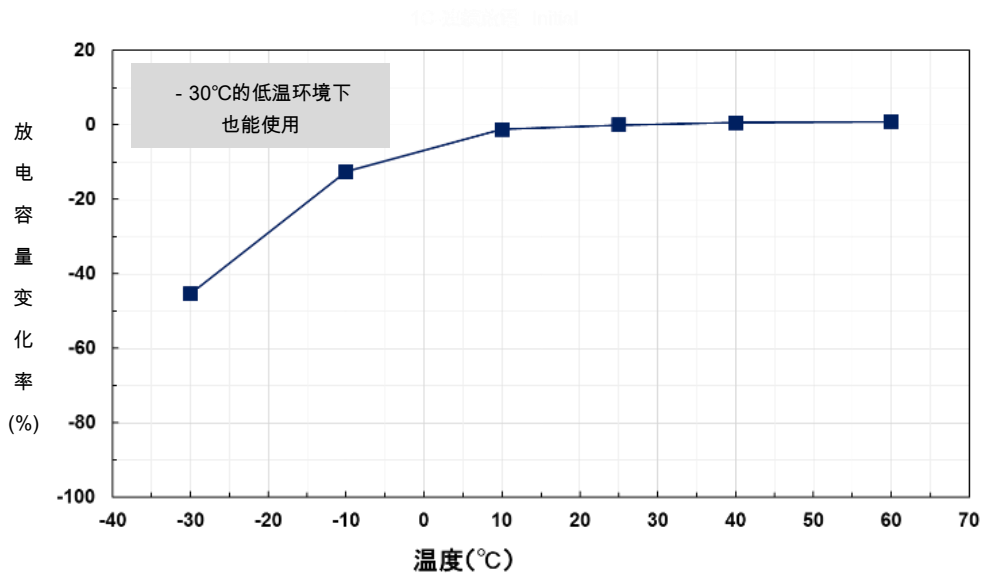
【图 3 a 充电特性】



【图 3b 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 4 低温特性】

< 安全性 >

针对尼吉康的小型锂离子可充电电池实施了表 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（Φ10mm）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Φ3mm 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 1mΩ 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 >

要想实现各种各样的物品通过网络连接的物联网社会，各种各样的物品都需要电源，但是也有些地方难以实施电源布线和更换电池。于是，市场需要通过能量收集技术将光线、温度、振动、电波等能源转换成电气后积蓄起来，并且能够高频度地反复释放的可充电电池。

例如，利用尼吉康开发的小型锂离子可充电电池的特长，搭配电源 IC，长时间驱动环境传感器，就能监控温度、湿度、照度等数据。此外，利用最大支持 20C 的高频率特性，搭配升降压充电 IC，可以实现短时间内的快速充电。

不仅如此，在短时间的间歇脉冲放电中，有望支持大约 100C。如果搭配长时间的循环特性和快速充放电特性，有望实现更多的用途。如果再搭配安全性的特长，还能期待在周边机器上的应用，例如可穿戴设备。

结束

※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