

Technology Leadership Across the Board



BestCap[®]:

新一代低电压，低内阻，脉冲，双层电容

简介:

在过去 25 年制造的用于电池后备的双层电容是基于电化学技术的。当用于脉冲功率时，它会有很高的内阻值，而且，容量会丢失。另外，使用它们的设备一般电压都低于 5 伏。2000 年，AVX 发布了称为 Bestcap 的超级电容来适应这些低压，高脉冲能量的市场应用。这篇文章，讲述的就是这个电容的功能与它比先前产品的显著提高。

**Lee Shinaberger, Bharat Rawal,
and Chris Reynolds**
AVX Corporation
PO Box 867
801 17th Ave. South
Myrtle Beach, SC 29577 USA
Phone: 001-843-448-0411
Fax: 001-843-444-2828

BestCap®: 新一代的低电压, 低内阻, 脉冲双层电容

Lee Shinaberger, Bharat Rawal, and Chris Reynolds
 AVX Corporation
 PO Box 867
 801 17th Ave. South
 Myrtle Beach, SC 29577 USA
 Phone: 001-843-448-0411
 Fax: 001-843-444-2828

介绍

AVX 是一家被动元器件制造公司。2005 年的营业收入为 12.8 亿美元, 其中大部分的收入来自多层陶瓷电容和钽电容。1997 年, AVX 投资于高容量的电储能设备的研发并且开始将这一技术商用。这就直接导致了在 2000 年, 称为 BestCap 的脉冲超级电容的问世。

BestCap 电容现在延伸至高功率的脉冲应用。典型的应用包括 GSM, GPRS 无线通信, 自动读表机, 遥控阀门和桥接电池等等: 这些应用都要求在几毫秒内, 需要几个安培的电流。BestCap 就是和电池用在一起, 提供短时间内需要的大电流, 和电池一起给系统供电。电池就会在系统不需大电流的时候, 给电容充电。

一些电容的计算出的能量和功率如表一所示, 其中包括一些 2005 年推出的新产品。表二计算了这些电容的能量和功率密度。

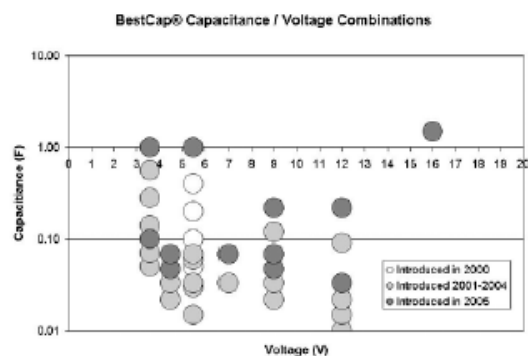
Size (mm)	Voltage (V)	Cap. (F)	ESR (m)	Energy (J)	Power (W)
20 x 15 x 2.1	4.5	0.022	0.250	0.2	29.8
28 x 17 x 2.1	3.6	0.050	0.100	0.3	32.4
48 x 30 x 6.1	12.0	0.090	0.090	6.1	216.1
20 x 15 x 2.1 New	4.5	0.047	0.170	0.5	29.8
48 x 30 x 6.1 New	5.5	1.000	0.035	15.1	216.1
195 x 77 x 10 New	16.0	1.500	0.020	192	3,200

表一, 典型 BestCap 产品的能量和功率

Size (mm)	Volume (cc)	Energy Density (J/cc)	Power Density (W/cc)
20 x 15 x 2.1	0.63	0.4	47.3
28 x 17 x 2.1	1.00	0.3	32.4
48 x 30 x 6.1	8.78	0.7	24.6
20 x 15 x 2.1 New	0.63	0.8	47.3
48 x 30 x 6.1 New	8.78	1.7	24.6
195 x 77 x 10 New	135.14	1.3	21.3

表二, 典型 BestCap 产品的能量和功率密度

BestCap 超级电容刚推出的时候有 4 个产品: 5.5 伏的 50, 100, 200 和 400mF。现在, 另外超过 32 种不同电压和容量的产品已经推出。2005 年会再推出 12 个产品, 如图一所示, 值得关注的产品包括 2001 年的薄型 B-系列和 2002 年扩展的 7, 9, 12 伏的产品。



图一, 可提供的容量和电压结合的 BestCap.

设计的考量

双层电容经常使用水基或者是有机电解技术来制造。有机电解技术在提供较高的能量密度的同时，它在高脉冲功率的应用中是有不足的。为了达到更高的耐压，多个单元必须串联起来，当充电的时候，分布在各个单元上的电压必须有理地分配起来。如果任何一个单元上的电压超过了它电解质的负载能力，那么整个元件就会失效。长期的可靠性依赖于对每个单元的电压平衡。Miller 和 Butler 明确指出基于有机电解技术的一系列单元会明显地比基于水基的单元呈现出更宽的电压分布。

在有机系统中，单独的每个单元都要测试来保证在装配时各个单元尽可能紧密的匹配。为了使整个系列的电压分布变窄，一般会为系统的有机单元加平衡电路或平衡电阻。一些厂家会把这些平衡系统集成在他们的产品里，而另外的一些厂家会要求他们的客户加外置的平衡电阻。这些平衡电路会显著的增加电容的漏电流。

BestCap 用到的水基系统，不需要平衡电路，因为单元到单元的电压差异是可以忽略不计的。这会使得它比有机技术的产品漏电流要低。

水基系统的最大长处在于当要增加电容的耐压时，它所有的伸缩性。有机技术的电容为了增加耐压需要复杂地串联更多的单元，但水基技术地复杂程度不会有明显的更改。无论何时需要更高的电压，加上一个单元就好了。AVX 一般会在制作 BestCap 时串联 16 个单元，串联 22 个单元的产品也已经提供给客户了。

对 BestCap,没有平衡电路不会对长期的可靠性有影响。在文章的最后，会有几个图表来显示 BestCap 双层电容的可靠特性。包括额定电压情况下，70 摄氏度，2000 小时后的结果，1000 万次完全充电后的结果和额定电压情况下，40 摄氏度，95%湿度，5000 小时后的结果。

2005 年发展状况

AVX2005 年有 3 个目标。包括增加能量密度，找出一个更好的和 PCB 连接的方法和扩展 BestCap 的产品线以适应更高功率应用的要求。

增加能量密度

前面讨论到，有机电解系统可以达到比水基系统更大的能量密度。因为单独的有机单元工作电压在 2.2 伏-2.7 伏，而单元电压在 1 伏的水基单元必须多个串联才能达到相应的电压。为了解决能量的问题，AVX 已经有计划通过倍增容量来倍增能量密度。

第一步是考察一下刚上市的一种新品种的碳。我们已经联系了几个制造商，很多碳都已经测试过了。自从 BestCap 问世以来，碳的研发已经取得了相当的进展。大多数的碳在测试时，我们发现每单位容量的表面积比现有的大，因此能量密度也会增加。考量的重要部分是现有 BestCap 制程的关键，产品的内阻 (ESR)，价格等。在验证超过 100 批次后，我们清晰的发现，在相同单位容量下，我们可以制造出电容量大一倍的产品。表三是一些挑选出来的电容的能量的变化。所增加电容量比例上的轻微差异是通过标准化 E-6 电容量的努力来实现的。

Voltage (V)	ESR (m)	Standard Part #	Cap (F)	High Energy Part #	Cap (F)
3.6	0.100	BZ013B503ZSBAJ	0.050	BZ113B104ZSBAJ	0.100
4.5	0.170	BZ054B223ZSBBO	0.022	BZ154B473ZSBBO	0.047
5.5	0.090	BZ015A104ZSB	0.100	BZ115A224ZSB	0.220

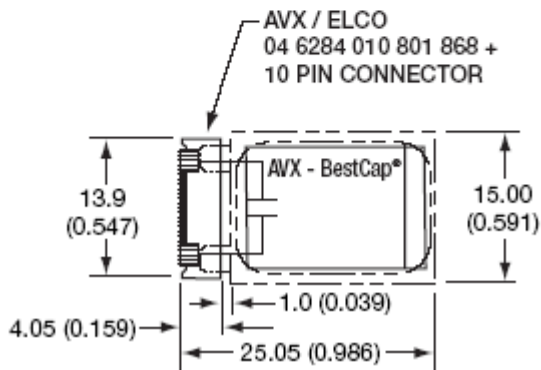
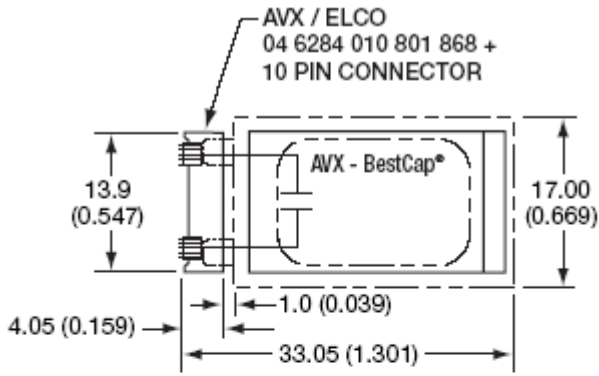
表三，有高能电极的电容量增加

AVX 已经实现了倍增 BestCap 能量密度的目标。这使得客户和设计成功案例都增加了几个。

PCB 安放的替换

脉冲双层电容现在碰到的最大一个问题是它需要用手焊来装到 PCB 板上。AVX BestCap 部门已经和 AVX/ELCO 连接器部门合作来推出市场上第一个不需要手焊的高脉冲功率双层电容。

一个能够正常过回流焊的连接器会加到板子上。操作人员揭去 BestCap 上的衬垫，会露出一层粘胶。元件可以插到连接器里面然后把粘胶粘在 PCB 上。这个连接方法和电池使用的办法相似。可以使得操作人员很快熟悉。



图二，带连接器的 BestCap-BZ01(28x17mm)和 BZ05 (20x15mm)的推荐 PCB 排版

图二显示现有的带连接器的 BZ01 (28x17mm) 和 BZ05 (20x15mm) 的推荐 PCB 的排版。通过使用料号中的引脚标示“C”来确定连接器型号。

增加连接器后，最主要的设计问题就是减小增加部件的内阻值 (ESR)。对于很多 ESR 本身在 100 毫欧以下的 BestCap, 哪怕增加 10 毫欧的阻抗, 当被认为是不可接受的。通过每一引脚的多点接触, AVX 现在可以把增加的阻抗控制在 2 毫欧以内, 远低于设计时的 5 毫欧的目标。

AVX 已经实现了将超级电容加上连接器, 一起推向市场的目标。这个创新解决了广泛使用的脉冲超级电容在使用时需要手工焊接这一问题。尽管这个产品推向市场不久, 但是已经赢得了好评。

“砖头”：增加高功率能力

通常来说, 项目的研发是由市场的需求来推动的。下一个项目出自于 AVX 对于和竞争对手相比, 怎样做得最好的思考。回答很简单: 保持低内阻时相对的载高压能力。这是我们高功率产品的基础。一个比 AVX 当初计划的要好得多的原型已经生产出来了。这个样品是 16 伏, 1.5 法拉, 内阻是 20 毫欧。图三所示是这个样品和我们现在标准产品。

在下面的图里它虽比中间这个 48x30mm 大, 实际的尺寸是 195x77x10mm. 可以承受 3200 瓦的功率, 可以承受很大的电流。

虽然这个“砖头”一样的产品还没正式投放市场, 但样品已经在一些感兴趣的客户那儿得到验证。超乎寻常的大功率存储能力会为这个不同寻常的产品在市场上占得一席之地。我们已经收到了一些小订单。全面的生产将会在 2005 年底。



图三，“砖头” BestCap 和 BZ01, BZ02, BZ05 的尺寸

BestCap 在 PCB 上的焊接程序

BestCap 可以通过选择性的用脉冲回流焊加热它的端子来焊在 PCB 板上, 或者是用手工焊接。普通回流焊和波峰焊都不可以用。电容的本身始终要在 60 摄氏度以下。

脉冲回流焊

“UNITEK” 脉冲回流焊应用资料

装备:

控制器: 单流脉冲热电极控制

探头: 细线回流焊探头

锡膏类型: 无需清洗型助焊剂

锡膏成分: 63%锡, 37%铅

固态比: 88%

锡膏厚度: 6MIL

焊头尺寸: 0.075”

焊头着力: 6lbs

温度文件

	Temperature	Time
Pre-heat	130°C	0 sec.
Rise	440°C (±10)	2 sec.
Reflow	440°C (±10)	2 sec.
Cool	165°C	

手工焊接:

设备: 温度可控, 50 瓦常规烙铁

锡膏类型: 63%锡/37%铅, 松香填充线。

温度: 400 度 (+20/-100)

时间: 最多 2-5 秒, 420 度时 2 秒, 300 度时 5 秒。
推荐温度高一点, 时间短一点的焊接

焊锡类型: 无铅, 95%锡/5%银

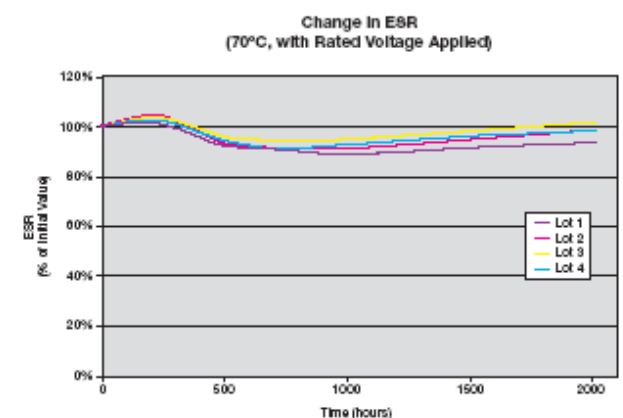
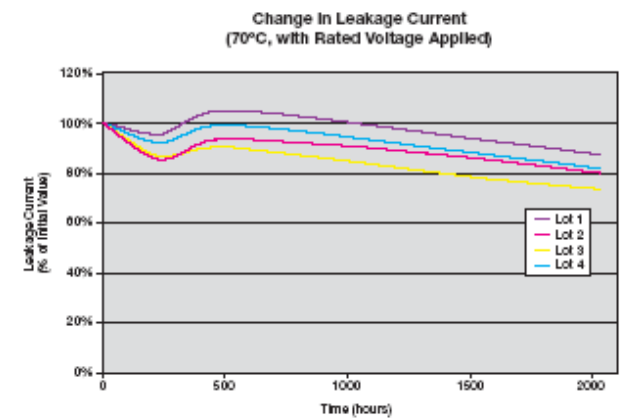
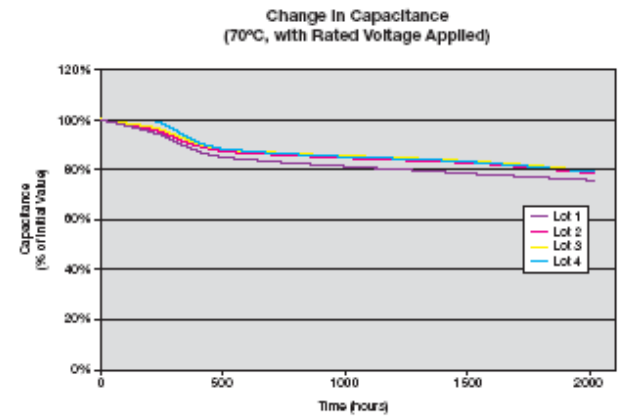
温度: 430 度 (+20/-100)

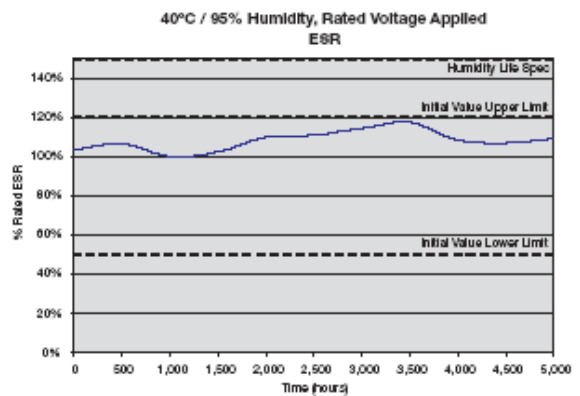
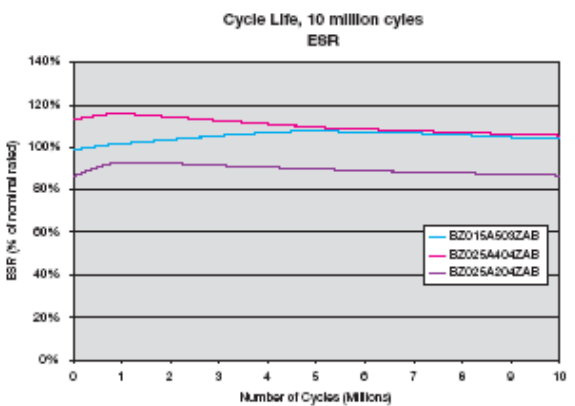
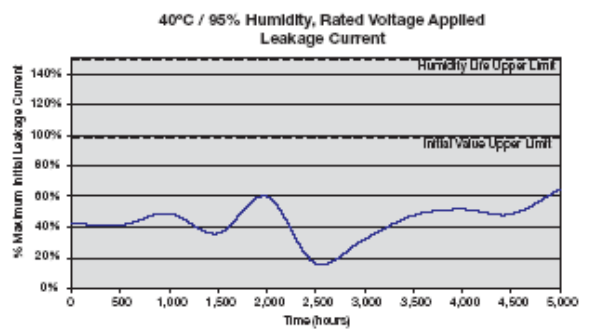
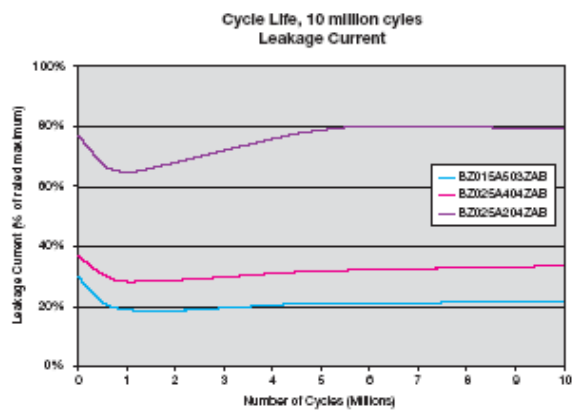
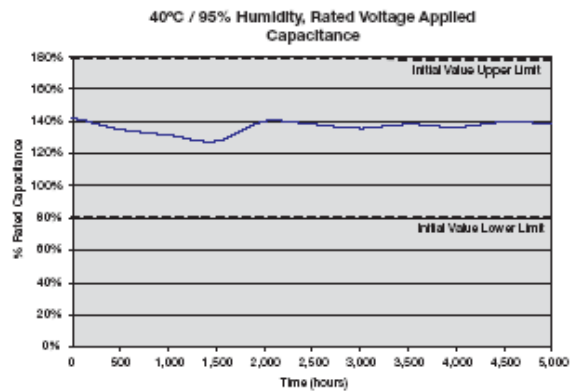
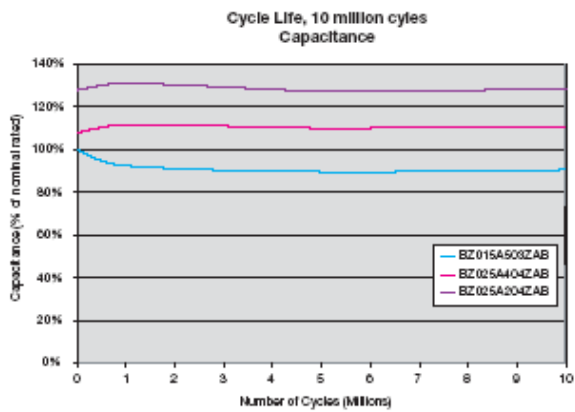
时间:

时间: 最多 2-5 秒, 450 度时 2 秒, 330 度时 5 秒。
推荐温度高一点, 时间短一点的焊接

上述两种情况, 都要保持本体温度在 60 度以下

性能参数





结论

2005年，AVX 继续着它不断创新的承诺。在 BestCap 产品线，能量储存能力倍增而尺寸不变的产品陆续推向市场。AVX 第一个向市场推出了引脚代码为“C”的带连接器的超级电容。最后，AVX 制造出了 16V, 3200 瓦的电容。“砖头”电容的全面量产就在今年的年末。

参考

1. J. R. Miller and S. M. Butler, "Electrochemical Capacitor Float-Voltage Operation: Leakage Current Influence on Cell Voltage Uniformity," Proc. 11th International Seminar on Double Layer Capacitors and Similar Energy Storage Devices, Deerfield Beach, Florida (December 3-5, 2001).

USA

**AVX Myrtle Beach, SC
Corporate Offices**
Tel: 843-448-9411
FAX: 843-448-1943

AVX North Central, IN
Tel: 317-848-7153
FAX: 317-844-9314

AVX Southwest, AZ
Tel: 602-678-0384
FAX: 602-678-0385

AVX Southeast, GA
Tel: 404-608-8151
FAX: 770-972-0766

AVX Northwest, WA
Tel: 360-699-8746
FAX: 360-699-8751

AVX Mid/Pacific, CA
Tel: 510-661-4100
FAX: 510-661-4101

AVX South Central, TX
Tel: 972-669-1223
FAX: 972-669-2090

AVX Canada
Tel: 905-238-3151
FAX: 905-238-0319

EUROPE

**AVX Limited, England
European Headquarters**
Tel: ++44 (0) 1252-770000
FAX: ++44 (0) 1252-770001

AVX S.A., France
Tel: ++33 (1) 69-18-46-00
FAX: ++33 (1) 69-28-73-87

AVX srl, Italy
Tel: ++390 (0)2 614-571
FAX: ++390 (0)2 614-2576

AVX/ELCO, England
Tel: ++44 (0) 1638-675000
FAX: ++44 (0) 1638-675002

AVX GmbH, Germany
Tel: ++49 (0) 8131-9004-0
FAX: ++49 (0) 8131-9004-44

AVX Czech Republic
Tel: ++420 465-358-111
FAX: ++420 465-323-010

ASIA-PACIFIC

**AVX/Kyocera, Singapore
Asia-Pacific Headquarters**
Tel: (65) 6286-7555
FAX: (65) 6488-9880

AVX/Kyocera, Taiwan
Tel: (886) 2-2698-8778
FAX: (886) 2-2698-8777

Kyocera, Japan - KDP
Tel: (81) 75-604-3424
FAX: (81) 75-604-3425

AVX/Kyocera, Hong Kong
Tel: (852) 2-363-3303
FAX: (852) 2-765-8185

AVX/Kyocera, Malaysia
Tel: (60) 4-228-1190
FAX: (60) 4-228-1196

AVX/Kyocera, Shanghai, China
Tel: 86-21 6341 0300
FAX: 86-21 6341 0330

AVX/Kyocera, Korea
Tel: (82) 2-785-6504
FAX: (82) 2-784-5411

Elco, Japan
Tel: 045-943-2906/7
FAX: 045-943-2910

AVX/Kyocera, Beijing, China
Tel: 86-10 8458 3385
FAX: 86-10 8458 3382

Kyocera, Japan - AVX
Tel: (81) 75-604-3426
FAX: (81) 75-604-3425

Contact:

NOTICE: Specifications are subject to change without notice. Contact your nearest AVX Sales Office for the latest specifications. All statements, information and data given herein are believed to be accurate and reliable, but are presented without guarantee, warranty, or responsibility of any kind, expressed or implied. Statements or suggestions concerning possible use of our products are made without representation or warranty that any such use is free of patent infringement and are not recommendations to infringe any patent. The user should not assume that all safety measures are indicated or that other measures may not be required. Specifications are typical and may not apply to all applications.

© AVX Corporation



<http://www.avx.com>

S-BC00M1005-N