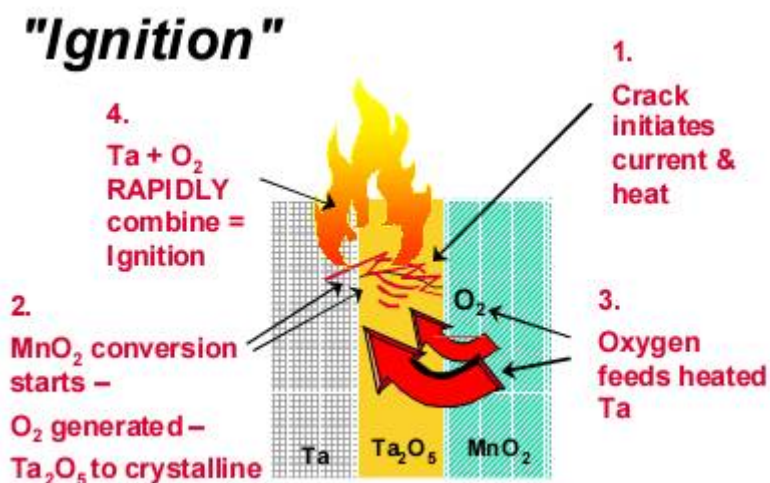


图说钽电容：同是小黄豆 玄机大不同

前言：当您看到显卡上遍布小黄豆（钽电容的昵称）时第一反应是什么呢？高性能、高频、高比容、高可靠性、高适应性、耐高温，还是易爆、要降压使用、昂贵。。。。。。不管您对其有什么印象，不过在您使用或设计一片显卡时可不要给第一印象和老经验给蒙蔽了，因为技术是日新月异的，下面就要和大家聊聊钽电容家族中的两个主要成员钽聚合物电容和钽二氧化锰电容，他们由于阴极特性的不同导致很多截然不同的特性，因此也造成显卡性能的差别。看到技术文字又头痛了是么？不要怕我们用轻松的图表配合简单文字让你轻易变成此领域的专家，还等什么，我们开始，LET'S GO!

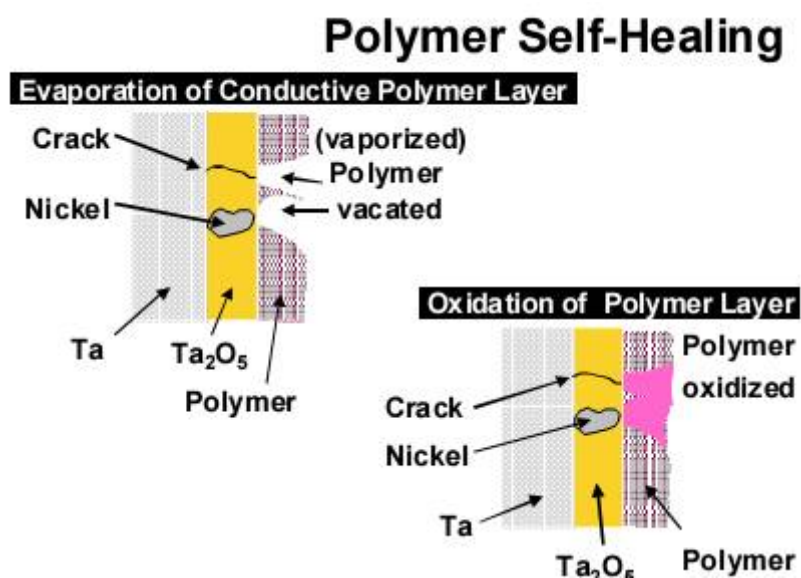
钽聚合物电容 VS 钽二氧化锰电容之安全篇：一个是安静包容一个是火爆易怒

很多消费者和工程师对钽电容的第一印象就是钽电容的爆炸威力，确实很多反坦克武器的药型罩或爆炸成型外壳都是用钽金属做成，坦克的外壳都能轻松撕破，可想而知钽电容的爆炸威力不小。不过能爆炸的可是钽二氧化锰电容，钽聚合物电容可炸不了，为什么呢？



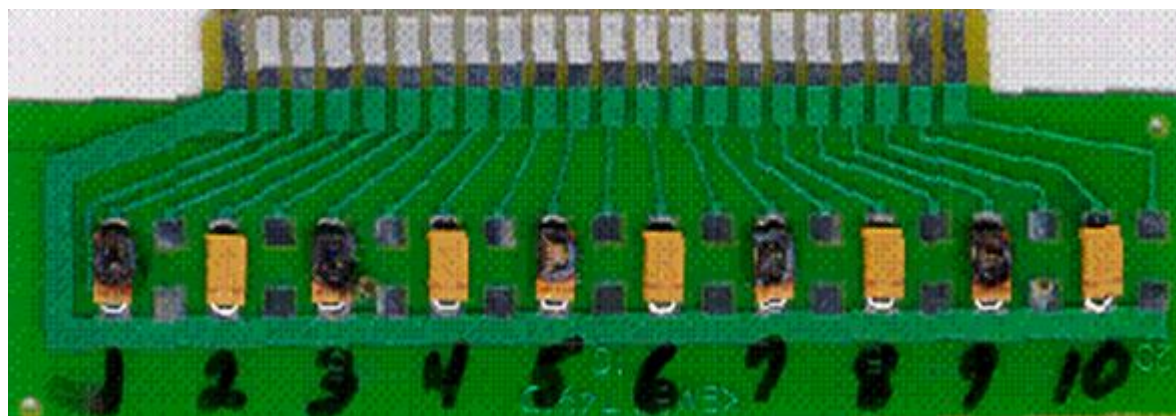
我们先看看钽二氧化锰电容为什么会爆炸：当电容遇到反向电压（就是交流电或生产时搞错了极性）或突发大电流时，由于热量迅速增加，阴极二氧化锰会释放出大量的氧气，氧气通过介质五氧化二钽的裂缝或空隙遇到阳极钽，这些钽可是纯正钽粉啊，氧气遇到钽再加高热，就是皮厚的坦克也怕遇见，之后就是轰的一声。。。。。。小则显卡报废，大则伤人，您应该庆幸的是钽电容的体积普遍较小，如果多装点钽粉，那就。。。。。。一般来说早期的DIAMOND、STB、创新等公司设计的高端显卡全部采用钽二氧化锰电容，在设计和生产时对于电容的极性和大电流都有极其严格的要求，因此工程师和工厂都是战战兢兢，生怕这些家伙会惹祸。

不过要是 DIAMOND 等公司的显卡设计师能等到今天用钽聚合物电容可就不会这么害怕了，因为他们根本不会爆炸。（见图二）当钽聚合物电容碰到极性相反的电压或巨大的电流时，高热首先会让部分阴极聚合物挥发，即使有些聚合物释放出氧气也没关系，其它聚合物会吸收氧气并膨胀，这样从根本上杜绝氧气与钽粉接触，没有了氧气这个氧化剂，爆炸怎么发生呢？由此看出钽聚合物电容还有自愈特性，即使碰到恶劣条件还能继续工作，所以可靠性特别高。



图二

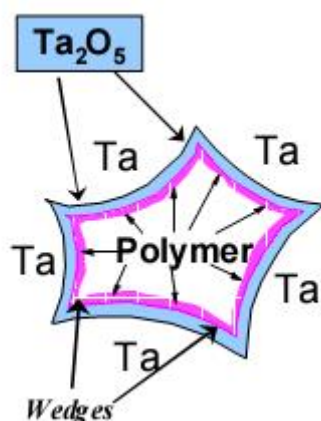
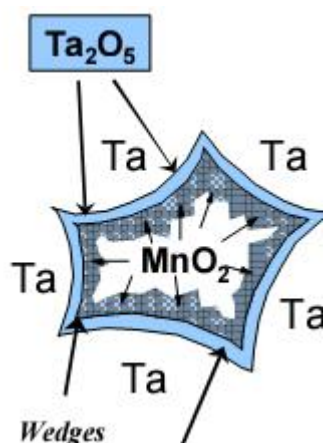
您如果不信，那么就给看看图三的试验吧：



在施加两倍的反向电压，外带瞬间 20 安培电流的巨大折磨下那些钽二氧化锰全部灰飞烟灭，而剩余的钽聚合物电容却完好无损，下次您看到小黄豆时可别都认为他们脾气火爆啊，它们中的钽聚合物电容可是安静包容的“大家闺秀”。

钽聚合物 VS 钽二氧化锰之降压使用篇：一个是温婉贤淑 一个是刚硬威猛

很多读者又说了，我以前设计和使用显卡，那些标称为 16V 的钽电容甚至要降压到 8V 使用，就是这样还不能保证不被击穿呢！是啊钽二氧化锰电容确实有这个问题存在，那是因为电容的阴极二氧化锰太刚硬威猛，由于二氧化锰的硬度高，在使用过程中的热胀冷缩产生的应力导致二氧化锰颗粒可以挤压薄薄的五氧化二钽介质层，导致介质变薄，所以电压越高越容易击穿介质导致短路，因此传统上钽二氧化锰电容都是要降压 50% 使用。可是钽聚合物电容就不会了，由于聚合物又软可塑性又强，即使碰到应力也不会对五氧化二钽介质层造成极大的伤害，因此其低压产品只要降压 10% 使用，高压产品如 16V 降压 20% 使用即可，也就是说 16V 钽聚合物电容安全工作电压是 12.8V，刚好应用于 670、9600 的 12V 外接电源滤波上。



钽二氧化锰电容

聚合物钽电容

应用于 50% 额定电压时 失效率 (PPM)	<u>9</u>	<u>0</u>
应用于 80% 额定电压时 失效率 (PPM)	458	<u>5</u>
应用于 90% 额定电压时 失效率 (PPM)	1,700	<u>10</u>
应用于 100% 额定电压时 失效率 (PPM)	2,943	65

看看上表，这是 KEMET 公司两种电容的对比试验数据。如果您显卡因为使用了钽聚合物电容而在 1000000（PPM 代表百万分之一）次试验中碰到了几次失效（注：失效不等于损坏，之后还可继续工作），那您可以买彩票了。

钽聚合物 VS 钽二氧化锰之价格篇：一个是阳春白雪 一个是下里巴人

好多读者反应，我买过钽电容啊，几毛一颗就搞定了。普通小容量低压钽二氧化锰电容是不贵，一颗 AVX 的 2.5V 22UF 钽二氧化锰电容每颗售价可能 0.3 到 0.4 元人民币，可是如果一颗大容量低 ESR 的钽聚合物电容是什么价格呢？如果高压大容量的钽聚合物电容又是 什么价格呢？造成价差那么大的原因又是什么呢？

如果大家有兴趣查查国际报价（一般是 DIGIKEY 或 TTI 等网站）就可以知道，一颗 KEMET T530 系列，1000UF 2.5V 的的钽聚合物电容每颗要 3.5 美元以上，也就是 20 多元人民币，好东西真是不便宜。就算是规格低一些的 KEMET 330UF 2.5V 的钽聚合物电容也要卖 1.5 美元一颗以上，折合 10 元多人民币呢。

Digi-Key Part Number	399-4103-2-ND	Price Break	Unit Price	Extended Price
Quantity Available	2,000	1,000	1.70000	1,700.00
Manufacturer	Kemet	5,000	1.65000	8,250.00
Manufacturer Part Number	T520V337M2R5ATE009	10,000	1.60000	16,000.00
Description	CAPACITOR TANT 330UF 2.5V 20%SMD	25,000	1.50000	37,500.00
Lead Free Status / RoHS Status	Lead free / RoHS compliant			
All prices are in US dollars.				

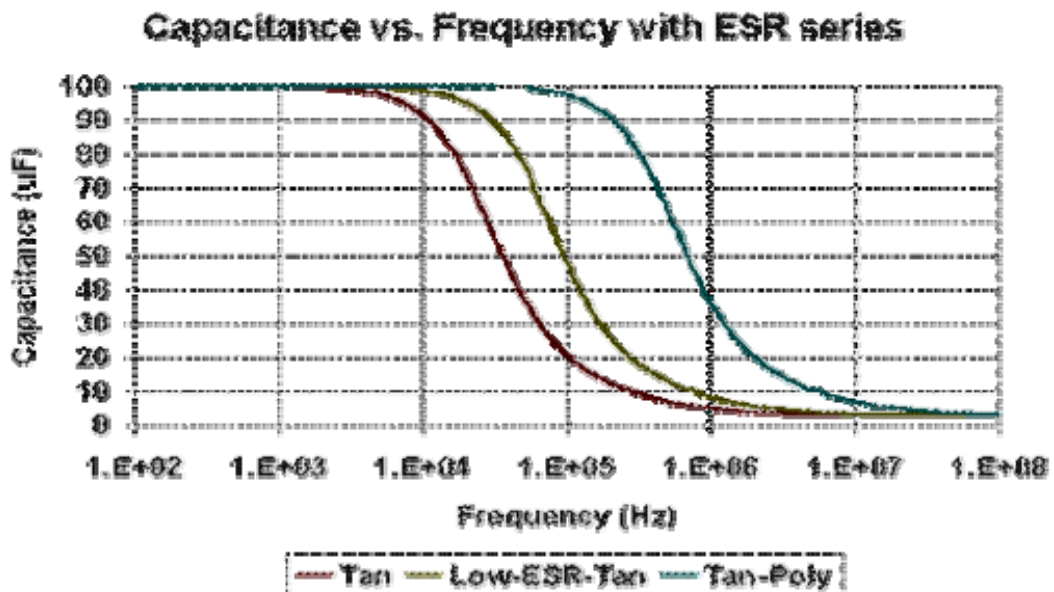
Part Details	Pricing	Availability	Quantity
Manufacturer: KEMET	1000 \$1.70	In Stock: 1,000	<input type="button" value="Buy"/> Min: 1,000 Mult: 1,000
Part Number: T520V337M2R5ATE009	3000 \$1.645	Mfr Lead Time: 9 Weeks	
Lead (Pb): ● Pb-Free	5000 \$1.594		
RoHS: ● Compliant	More Get Quote		
Description: SMD Conductive Polymer Chip Capacitors 2.5volt 330uF 20% Vcase ESR-9			
Data Sheet:			

至于一些独家产品更是天价或没报价，如 KEMET 独家的 16V 150UF 钽聚合物电容，由于其它家的技术无法实现如此高压下的 150UF 容量，因此目前根本很少报价，即使报价也让人吓死，而且交期长达 3 到 11 个月，真不知道谁敢长期使用。

很多消费者肯定会问为何大容量高压的钽聚合物电容那么贵，答案是聚合物的专利加上大容量钽粉的加工难度。目前 PEDT 聚合物的专利还掌握在德国拜尔手中，铝电解液电容中的电解液才 10 多元一桶，而 PEDT 每桶卖 6000 到 7000 元。再加上用于制造大容量钽电容的高容钽粉工艺异常复杂（被业界称为黑色艺术），来源稀少（适合的矿以及可生产的厂全球就两三家），所以钽聚合物电容的价格绝不是普通电容可比，它可是真正的阳春白雪。（备注：不同厂商如 SANYO AVX 等的钽聚合物产品由于品牌度、ESR 容量、特性、电压等不同报价可能有很大差异）

钽聚合物 VS 钽二氧化锰之高频特性篇：一个是好高骛远 一个是低三下四

钽聚合物电容居然卖那么贵，除了安全耐压外，当然少不了好性能，否则如何在成本锱铢必争的今天被那些高端显卡使用呢？



上面的图看不懂没关系，把它做成表供大伙研究：现在显卡使用的 PWM 普遍工作在 100KHZ（也就是 100000HZ）左右的开关频率上，在此频率上 100UF 的钽聚合物电容可以保持 99UF 的容量，就算有些比较高频的 PWM 开关在 500KHZ 频率上其仍然保持 64UF 的容量，而此时钽二氧化锰电容就 可怜了，基本当不了电容用啦。（不过也可以看出：到了 1MHZ 的开关频率时可就是 MLCC 的天下了，所有电解电容都完蛋。）可见钽聚合物电容“好高骛远”的优异高频特性导致其成为高端显卡最佳选择。

工作频率 (Hz)	钽二氧化锰电容 uF	低 ESR 钽二氧化锰电容 uF	钽聚合物电容 uF
100	100	100	100
1,000	100	100	100
10,000	92	99	100
50,000	38	78	101
100,000	21	49	99
500,000	7	13	64
1,000,000	5	9	37
5,000,000	3	4	11

至于钽聚合物电容引以为豪的超低 ESR 特性，是各显卡工程师的最爱，毕竟聚合物的导电率是二氧化锰的 100 倍，反应到电容的 ESR 值差异上表现十分明显，要不 NV 最高端的公版卡为什么都不约而同的采用那么昂贵的钽聚合物电容？下表是 KEMET 公司内部不同钽电容系列产品 ESR 对比，单位是欧姆

	钽二氧化锰电容			聚合物钽电容 超低-ESR
	标准	低-ESR	超低 ESR	
KEMET 系列	T491	T494	T495	T520
ESR 范围 (欧姆)	1 ~ 2x	0.1 ~ x	0.0x ~ 0.x	0.00x ~ 0.0xx

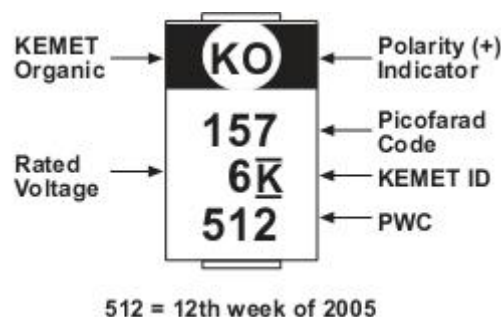
钽聚合物 VS 钽二氧化锰之型号识别篇：一个是脸上贴金 一个是长相平平

看到这里，肯定有读者会问，既然两种钽电容的价差那么大、性能又如此悬殊，可我们看到的都是显卡上的小黄豆（日本的钽电容一般是小黑豆），那我们

如何慧眼识金呢？首先能生产钽二氧化锰电容的厂商很多，可是能生产钽聚合物电容的厂商就不多了，我们一般能见到的无非是三家公司产品，两家来自美国——KEMET 和 AVX, 还有一家日本三洋，不过三洋的钽聚合物电容可是黑色的，而且没有任何特殊的标志，当您看到显卡上使用了黑色的钽电容时，只能指望显卡厂商的良心好，没有用普通钽二氧化锰电容取代钽聚合物电容。如果显卡上用了小黄豆，如果他还是钽聚合物电容则只会是 AVX 和 KEMET 的产品。AVX 的产品线中只有一个 TCJ 系列是钽聚合物电容（见下图），注意电容上有个小小的 LOGO 类似”A”字，这代表 AVX 公司产品，而在 476 那串数字后还有个 J 字，则代表其是 TCJ 系列。也就是说您如果在小黄豆上发现 A 字 LOGO 再看到一个大大的”J”字那么很可能就是 AVX 的钽聚合物电容啊。不过 TCJ 系列的性能不是很理想，价格也很高，因此在显卡上应用的很少，我们把注意力放在另一家钽电容大厂 KEMET 上。

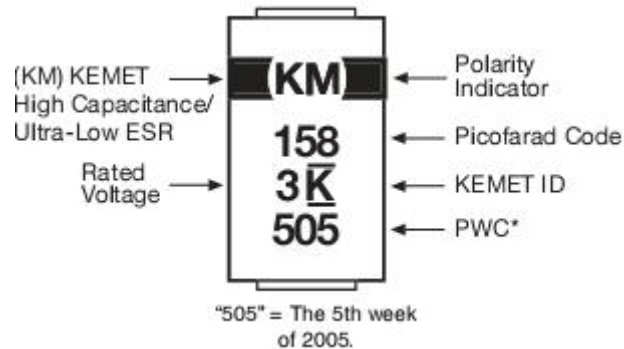


KEMET 的钽聚合物系列产品线很长，T52X（T520 525 T528）系列，和 T530 系列都是钽聚合物电容，再加上种类繁多的钽二氧化锰电容，让人识别起来很头痛。不过没关系，我们看下图：

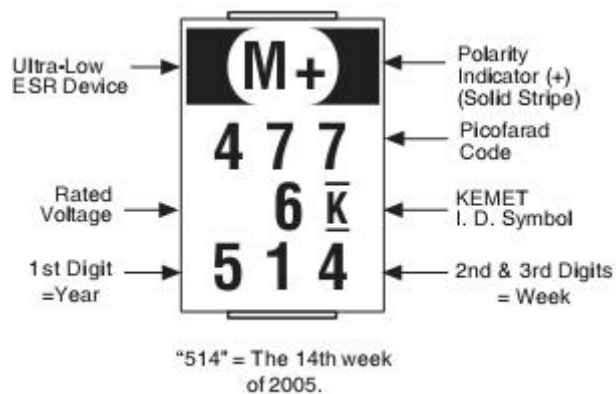


KO 代表 KEMET 的聚合物电容产品，其下的 157 则代表容量为 150UF，再往下的 6 代表额定电压是 6V，旁边那个长的像中国字”区”的其实是 K 代表 KEMET 公司识别号。最下面那个 512 则代表生产日期是 2005 年第 12 周。对我们消费者

来说最重要的是“K0”两个字，有这两个字母就代表您买到钽聚合物电容啦。不过是否没有“K0”就代表您买的不是钽聚合物电容呢，答案是否定的，比如您运气超好，发现显卡上有如下图案的钽聚合物电容。



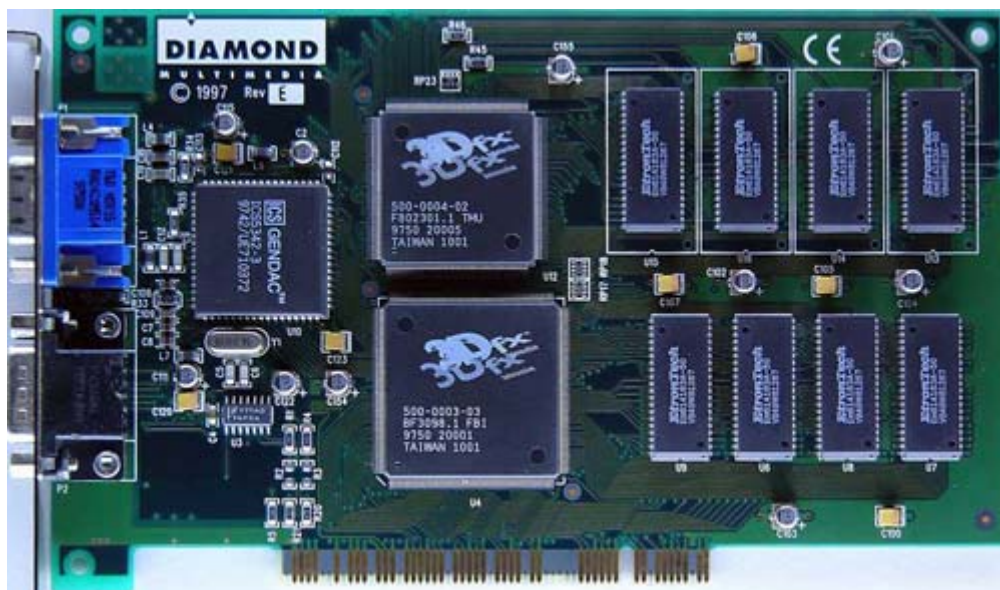
如果电容上方有 KM 则代表您买到了更昂贵的 KEMET 多阳极钽聚合物电容 T530 系列，这家伙创造了电解电容 ESR 最低纪录———4 毫欧姆。其中 M 代表 MULTI，多阳极的意思。另外 KEMET 还有 T525 和 T528 系列钽聚合物电容，不过他们都有一个共性，就是电容的上角一定有两个字母，注意一定是字母，比如 T525 是”KT”，而 T528 则是”FD”，如果不是两个字母甚至是一个字母加一个符号都不能代表其是 KEMET 公司的钽聚合物电容。



看到了吧，KEMET 的超低 ESR 钽二氧化锰电容 T510 系列长的多像钽聚合物电容啊，可惜它最上方的标志只是一个字母加一个加号构成，没有两个字母，咱们就别错把冯京当马凉啦。看来识别 KEMET 小黄豆是否为钽聚合物电容其实很简单，只要电容最上方标志是两个字母就 OK 啦（当然 KEMET 还有个高温钽二氧化锰电容 T498 系列，电容最上方标志也是两个字母———HT，但电容颜色是黑色，而且用途特殊您可能见不到，所以不在我们讨论范围内）

钽聚合物 VS 钽二氧化锰之应用篇：让历史告诉未来

过去：看看老牌的显卡制造商帝盟（DIAMOND）在制造最经典的 Voodoo 时用了什么电容：遍布钽二氧化锰电容的 MONSTER 3D，是玩家梦寐以求的显卡。



现在：NV 的 9600、8800、9800 系列公版上采用了钽聚合物电容和铝聚合物电容混用的形式。下图为 NVIDIA 8800GT 公版电源附近的滤波电容，使用的是三洋 POSCAP 系列钽聚合物电容。

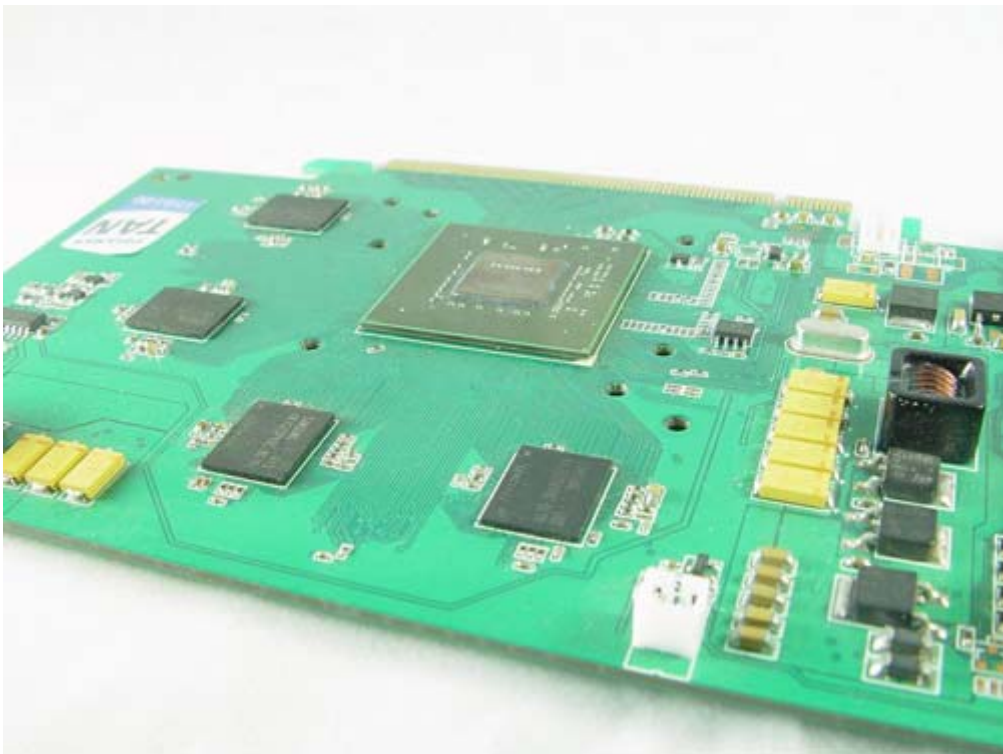
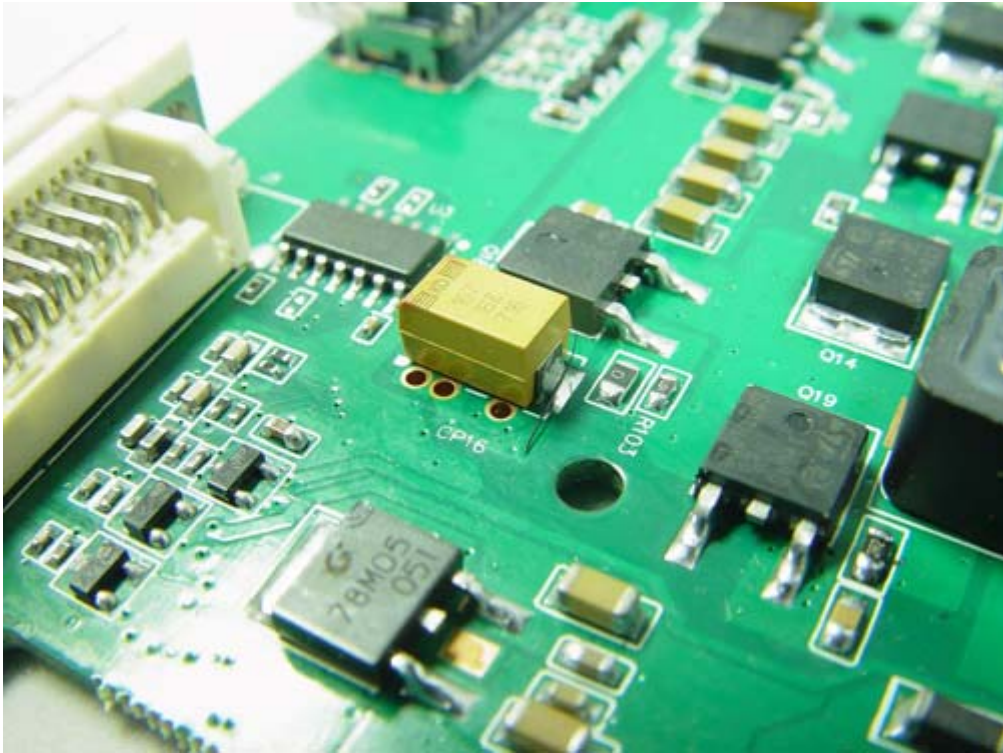


未来：台湾显卡品牌爵珮推出了 9600GT 公爵版和 8600GT 公爵版，全部使用 KEMET T520 系列 2.5V 和 16V 两种钽聚合物电容，还别出心裁的在显卡上打出 POLYMER TAN INSIDE 的 LOGO，很有意思。不知道是否可以引领历史，使钽聚合

物电容真正接近普罗大众，让旧时王谢堂前燕，飞入寻常百姓家。



下图是爵珮的 9600GT 公爵版注意那几个体积很大的家伙就是 KEMET 的独子产品 16V 150UF 钽聚合物电容，上面“KO”两个标示很明显。



下图是布满 2.5V 钽聚合物电容的爵珮 8600GT 公爵版

