



Keramiska kondensatorer för elbil och hybrid

Stark kandidat för både kraftelektronik och standardkretsar.



Av Masaru Juno, Murata Europe

Masaru Juno är produktchef för keramiska kondensatorer på Murata Europe. Efter en elektronikutbildning började han 1997 jobba som utvecklare på Muratas forskningsavdelning för MLCC-kondensatorer. År 2007 blev han produktchef på företaget, och 2009 flyttade han över till Murata i Tyskland.

Försäljningen av elbilar (EV, electric vehicles) och (HEV, hybrid electric vehicles) har ökat starkt under senaste decenniet, och kombinationen förbränningsmotor/elmotor visar sig i allt högre grad vara en miljöriktig och allmängiltig lösning inom fordonsteknik. Den stora ökningen skapar en stark efterfrågan på elektronikkomponenter från biltillverkare eftersom många av de nya bilarna har delar eller funktioner som tidigare var helt mekaniska men som nu ersätts av elektriska eller elektroniska komponenter.

En annan aspekt på tillväxten inom bilindustrin är den uppmärksamhet som riktas mot ökad verkningsgrad i bilar med traditionella förbränningsmotorer. Startstopp, återvinning av bromsenergi och

enkla former av hybridsystem är några av de alternativ som för närvarande driver kraven på högt tillförlitliga och stabila komponenter.

Elektronik för effekthantering, omriktare och DC/DC-omvandlare ingår i EV/HEV-applikationer, däribland kompressor och vattenpump i kylsystemet, och kommer att utsättas för bilens tuffa miljöer. Förutom det som krävs för att uppnå hög tillförlitlighet begränsas dessutom komponenterna av minimimått och vikt för att säkerställa optimal bränsleförbrukning och maximalt utrymme för passagerarna.

En fundamental komponent är kondensatorn som för närvarande finns i tusentals i var och en av dagens bilar. Helt klart står sig keramiska kondensatorer väl i valet mellan

konkurrerande tekniker inom såväl kraftelektronik och standardkretsar för fordonsstillämpningar.

Beviset för det är att marknadsandelen för keramik stadigt har vuxit och generellt ersatt tantal- och aluminiumkomponenter. I alla tillämpningar är nu keramik den ledande tekniken för värden i storlekar som 1, 10 och 100 µF, medan tantalelektrolyter och aluminiumelektrolyter dominerar vid 1000 µF – den senare i ensamt majestät vid värden över 1000 µF. En liknande trend ser vi inom fordonselektroniken – keramik har mer än 90 procents marknadsandel upp till 10 µF och växer särskilt snabbt när det gäller värdena 22 µF och 47 µF.

En huvudtrend för MLCC-kondensatorer (Multi-Layer Ceramic Chip), särskilt inom EV/HEV, är den kontinuerliga minskningen av storlek och vikt. Naturligtvis är det konsumentmarknaderna – och särskilt då mobila produkter – som leder kravet på komponenter med låg profil och litet fotavtryck: formatet 0402 är en ledande kapselstorlek och 0201 växer snabbt och väntas överta toppositionen under nästa årtionde.

Bilindustrin är dock mera konservativ – det ledande formatet är 0603, även om 0402 växer snabbt, och det finns belägg för att 0201 kommer att ta en ökande andel under kommande år.

Val av kondensator

Utöver komponentstorlek är tillförlitlighet och elektriska egenskaper – som förmågan att hantera höga spänningar och strömmar – de viktigaste faktorerna när man väljer kondensator för fordonsstillämpningar. Första steget är att utvärdera dessa karaktäristika (se figur 1). Sammantaget är kera-

		Cap Range	Impedance /ESR chara	Temp chara	High Voltage Resistance	Reliability
AL	Electrolytic	⊙	×	×	○	×
	Organic	○	○	⊙	×	○
	Polymer	○	○	⊙	×	○
TA		○	△	⊙	△	△
FILM		×	⊙	⊙	⊙	⊙
Ceramic		○	⊙	△	⊙	⊙

Figur 1. Beakta tillämpningskrav.

⊙ : Excellent, ○ : Good, △ : Normal, × : Bad



0603 (0,6 x 0,3 mm) är den populäraste kapseln, men 0402 växer snabbt och 0201 tycks ha framtiden för sig.

miska komponenter i högsta grad det bästa valet i form av tillförlitlighet, resistans vid hög spänning, impedans och ESR (Equivalent Series Resistance). Trots att de erbjuder ett mycket sämre kapacitansområde går det också att argumentera för användandet av filmkondensatorer – de krävs för speciella tillämpningar såsom som kondensatorer för DC-länkar, märkta 600 µF/600 V, för kraftomvandlare.

I jämförelse mellan en 1 µF MLCC-kondensator och tantal- respektive aluminiumkomponenter på 10 µF, ger keramik minst jämförbara eller till och med bättre möjligheter att hantera spänning, vilket betyder att kunder inom fordonselektronik kan ersätta en 10 µF tantal med en 1 µF MLCC. MLCC har också lägre impedans än tantal- och aluminiumkondensatorer vid högre frekvenser (och lägre kapacitanser). En annan faktor är bättre inre prestanda vad gäller självupphettning, eftersom MLCC har lägre ESR än tantal- och aluminiumtyper i högre frekvensområden. Dessutom betyder högre genombrottsspänning hos MLCC högre tillförlitlighet.

Förutom detta erbjuder keramiska kondensatorer ett antal andra fördelar jämfört med tantal- och aluminiumtyper, som utmärkt störningsdämpning, längre MTTF (Mean-Time-To-Failure) och låg eller ingen förändring av kapacitans i miljöer med hög temperatur, eller när en DC-biasspänning läggs på.

Minimera kortslutningar

En kritisk fråga beträffande keramiska kondensatorer för fordonsindustrin är skydd mot kortslutning. I typiska fall kan kondensator kroppen spricka då den utsätts för höggradig mekanisk stress, som följd av att kretskortet böjs eller vid stor variation i temperatur, något som kan orsaka kortslutning.

Eftersom ett fel på en keramisk kondensator kan resultera i kortslutning och kondensatorn i värsta fall är direkt ansluten till batteriet, riskerar man att bränna kretskortet.

Som följd av detta har Murata avdelat signifikanta R&D-resurser för att leverera lösningar som kan undvika sådana omständigheter. Exempelvis har företaget nyligen annonserat MLCC-serierna GCJ och GCE som är utformade speciellt för att tåla

de böjningar, vibrationer och termiska tillstånd som de utsätts för under motorhuv – detta för att ge kortslutningssäkra tillämpningar.

Dessa innovativa komponenter använder en ”mjuk anslutning” av den keramiska kroppen (se figur 2). Den ledande hartsen hos de yttre elektroderna fungerar som en kudde som absorberar varje överdriven påfrestning på grund av ett böjt kretskort eller av temperaturcykler, vilket förhindrar sprickor på keramik kroppen.

Dessutom finns i den MLSC-teknik (multi-layer serial capacitor) som används i GCE-familjen, en intern ”flytande” skiva som skapar en krets likvärdig med två kondensatorer i serie. Därmed är det högst osannolikt att en felaktig komponent orsakar kortslutning.

Komponenter för hög temperatur

Normalt är den maximala arbetstemperaturen för keramiska kondensatorer 125 °C, men fordonsmarknaden kräver ibland 150 °C eller till och med komponenter med högre märktemperatur. En växande trend i traditionella fordon – alltså inte EV/HEV – är att tillverkare vill packa in elektronikkretsarna under huven för att hålla nere bilens storlek, vilket naturligtvis innebär en miljö med höga temperaturer. Murata har redan utvecklat komponenter för 150 °C, som serien GCM X8R av MLCC eller RH-seriens blyade MLCCer som är avsedda att användas för att filtrera bort brus från sensorer till motorstyrheten (ECU, Engine Control Unit).

Kondensatorer med metallanslutning för fordonsbruk

En viktig utveckling för att nå hög tillförlitlighet har varit att introducera keramiska

kondensatorer med metallanslutningar. Dessa nya komponenter med metallpinnar är idealiskt anpassade för kraven i EV/HEV, start/stopp-system och energiåtervinnande tillämpningar, även om de ursprungligen krävdes för olika marknader som automotive, basstationer för telekommunikation och LED-belysningar, för att klara brott i lödfogar, avbrott på grund av böjda kretskort och även akustiska störningar. Huvuddelen av dessa i fordonstillämpningar utgörs av brott i lödfogar.

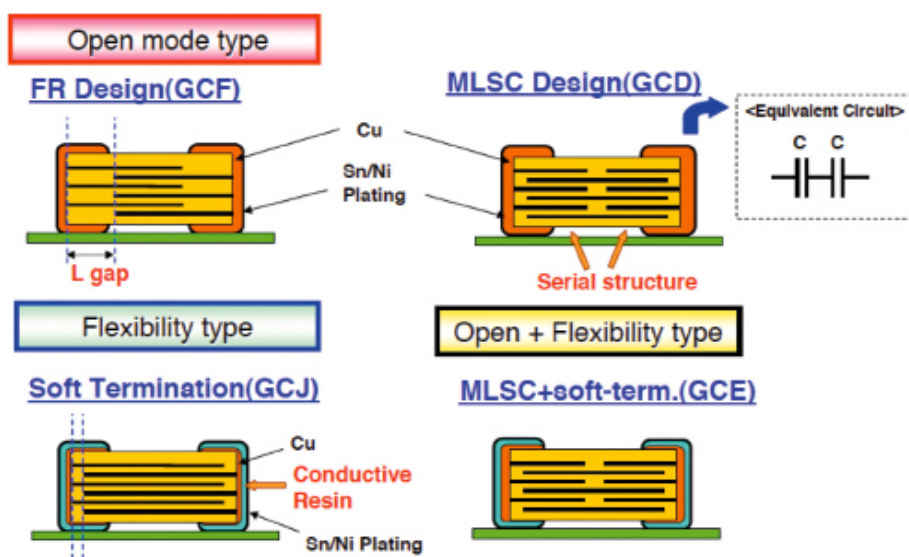
Dessa fenomen har blivit allt vanligare sedan blyfri lödning infördes, vilken vanligtvis är mycket svårare än tidigare metoder. Efter cykliska värmetestar kan det efter exempelvis 2000 cykler uppkomma sprickor mellan keramiken och lödfogen. Dock kommer metallanslutna kondensatorer att prestera bättre än vanliga MLCC på grund av metallpinnarnas elastiska verkan vilken hjälper till att absorbera graden av stress som genereras av termisk och mekanisk påverkan, vilket gör kondensatorerna mycket tillförlitliga.

Dessutom kan höga kapacitansvärden också uppnås genom att stacka två MLCC, vilket betyder större kondensatorer. Metallanslutna höljen har ofta mått så stora som 6,1x5,3 mm.

Kondensatorkrav i EV/HEV-applikationer

För DC-DC-omvandlare och omriktare för EV/HEV krävs högspännings- och högkapacitanskomponenter.

I exempelschemat intill (figur 3) måste filterkondensatorerna C1 och C5 vara specificerade för hög spänning, t ex 25 V/47 µF och 35 V/33 µF. Vad gäller högeffektselektronikapplikationer i EV/HEV kan enbart metallanslutna komponenter uppfylla dessa krav. Men C2, C3 och C4 är chip-

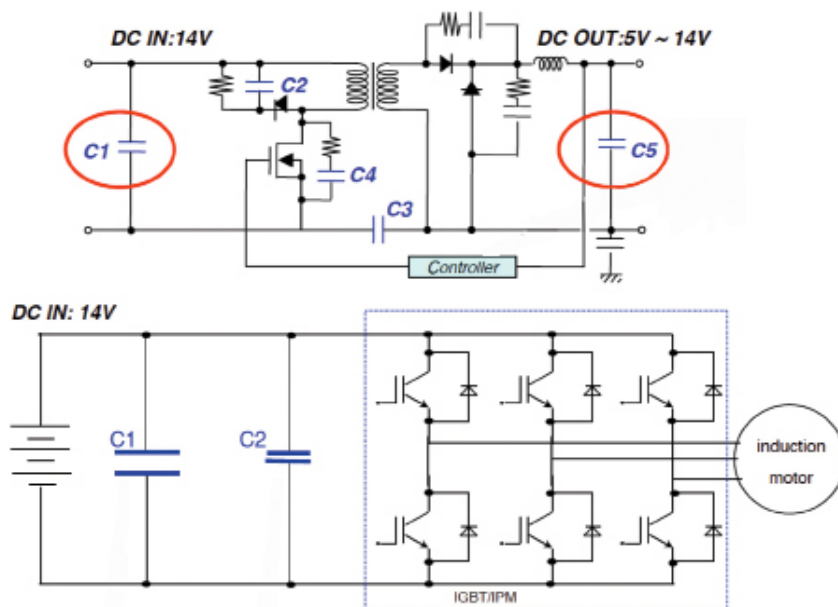


Figur 2. Den ledande hartsen hos de yttre elektroderna fungerar som en kudde.

kondensatorer i standardutförande för fordonsbruk. Åter gäller att i omriktarkretsarna (figur 3), bör utjämningskondensatorn C1 och snubber-kondensatorn C2 (brusundertryckande) dessutom vara keramiska komponenter med metallanslutningar.

Men för EV/HEV-tillämpningar där man laddar batteriet hemma gäller ett nytt krav för fordons elektronik, nämligen en applikationsspecifik komponent som Y-kondensatorn (märkt 250 VAC, 100-4700 pF) – detta av säkerhetsskäl på grund av direktanslutningen mot elnätet.

Förutom alla dessa olika keramiska kondensatorer växer även kraven på komponenter som kan stå emot spänningar som 250V, 630V och 1kV och som naturligtvis också skall kunna ha hög tillförlitlighet trots ännu mindre kapselstorlekar. Och allt indikerar att kraven från fordons elektronik- och EV/HEV-marknaderna bara väntas öka när det gäller innovativa och avancerade keramikkondensatorteknologier. ■



Figur 3. Enbart metallanslutna komponenter kan uppfylla högspänningskraven.