



Keramik-Vielschichtkondensatoren mit elastischen Anschlüssen

März 2011

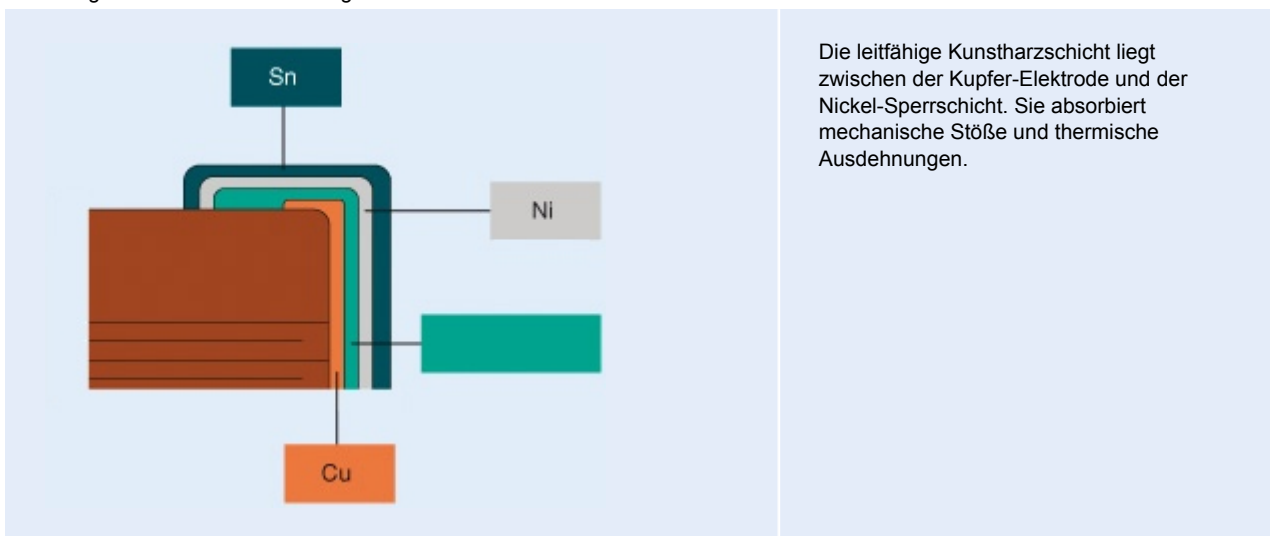
Zuverlässige MLCCs trotzen rauen Umgebungen

Die harten Einsatzbedingungen in Anwendungen der Automobil-Elektronik stellen hohe Anforderungen an die zahlreich verbauten MLCCs – insbesondere an die Zuverlässigkeit der Lötstellen. TDK-EPC bietet dafür Keramik-Vielschicht-Chip-Kondensator von TDK mit verbesserten elastischen Anschlüssen.

Moderne Kraftfahrzeuge sind mit mehr als tausend MLCCs ausgestattet. Diese Kondensatoren sind für ihre Langlebigkeit und hohe Zuverlässigkeit bekannt. Eine große Herausforderung an diese Bauelemente stellt die Betriebsumgebung in der Automobil-Elektronik dar. Sie ist gekennzeichnet durch einen großen Temperaturbereich von -40 °C bis 125 °C , in manchen Anwendungen sogar bis 150 °C . Auch Stöße, Vibrationen sowie andere Faktoren können sich negativ auf die Lötstellen auswirken. Die zunehmende Verwendung von bleifreiem Lot, das weniger elastisch als herkömmliches Lot ist, führt darüber hinaus zu härteren und brüchigeren Lötstellen. Somit können sich Risse an den Lötstellen bilden, wenn die Leiterplatte durch einen thermischen Schock oder mechanische Einwirkungen verbogen wird.

Eine Verbesserung der physikalischen Eigenschaften des bleifreien Lots oder eine Verkleinerung der Bauelemente könnte eine höhere Zuverlässigkeit der Lötstellen erzielen. Allerdings sind dies keine grundsätzlichen Lösungen des Problems. Aus diesem Grund hat TDK-EPC MLCCs mit elastischen Anschlüssen entwickelt, mit denen sich die Biegebelastung der Leiterplatte abfangen lässt (Abbildung 1). Sie enthalten eine Elektrodenschicht aus leitendem Kunstharz, die zwischen der Kupferlage und der Vernickelung der Anschlusselektrode aufgetragen wird. Biegebelastungen der Leiterplatte, die durch Faktoren wie hohe Temperaturen und Stöße hervorgerufen werden, sollen durch diese Schicht mit Kunstharz abgefangen und gedämpft und somit die Rissbildung an Lötstellen unterbunden werden. Die leitfähige elastische Schicht besteht aus Epoxid oder anderen Kunstharzen, die mit elektrisch leitenden Partikeln (z.B. Silber) gefüllt sind.

Abbildung 1: Anschlüsse mit leitfähigem Kunstharz



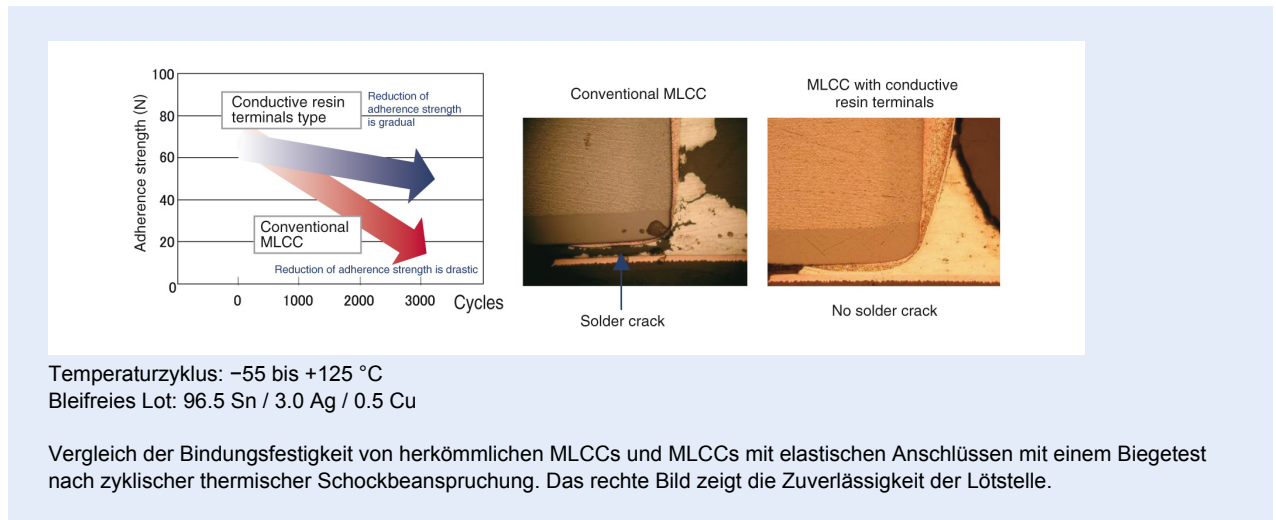
Die leitfähige Kunstharzschicht liegt zwischen der Kupfer-Elektrode und der Nickel-Sperrschicht. Sie absorbiert mechanische Stöße und thermische Ausdehnungen.

Products & Technologies

Hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber Thermoschocks

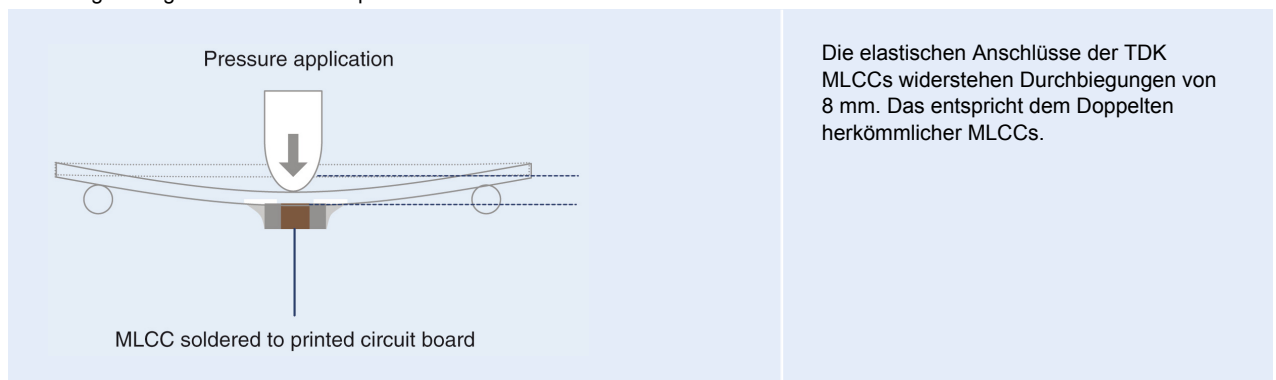
Die Japanese Industrial Standards (JIS) geben verschiedene Prüfmethode für MLCCs vor, die auf Leiterplatten verlötet werden, um deren thermische und mechanische Widerstandsfähigkeit zu ermitteln. In einer im Motorraum eines Autos verbauten elektronischen Steuereinheit können Schwingungen, Stöße und Biegekräfte auf die Leiterplatten einwirken. Zudem erhöhen die mit Thermoschocks und Temperaturzyklen verbundenen Ausdehnungen und Kontraktionen das Risiko der Rissbildung. In Abbildung 2 sind die Ergebnisse der Thermoschockprüfung (3000 Zyklen) bei einem Temperaturzyklus von -55 °C bis $+125\text{ °C}$ dargestellt. Während die Haftfestigkeit eines herkömmlichen MLCC um 90 Prozent abnimmt, sinkt die eines MLCC mit leitfähigen Kunstharzanschlüssen um nur 50 Prozent. Herkömmliche MLCCs weisen Risse im Lot auf. Ein MLCC mit weichen Anschlüssen aus leitfähigem Kunstharz hingegen zeigt lediglich eine teilweise Ablösung der Vernickelung von den leitfähigen Kunstharzschichten.

Abbildung 2: Thermoschockprüfung (Temperaturzyklustest)



Ein Biegeversuch der Leiterplatte lässt ähnliche Ergebnisse erkennen (Abbildung 3). Der herkömmliche MLCC weist bei einer Durchbiegung von 4 mm bereits einen Riss am Keramikelement auf, wohingegen der MLCC mit elastischen Anschlüssen mehr als der doppelten Durchbiegung standhält. Wird darüber hinaus eine überhöhte Zugkraft angewandt, bildet sich ein Riss am Keramikelement des herkömmlichen MLCC, während der MLCC mit elastischen Anschlüssen nur eine Ablösung der Nickelschicht von der leitfähigen Kunstharzschicht, aber keinen Riss aufweist.

Abbildung 3: Biegeversuch der Leiterplatte



Verhinderung von Rissen am MLCC

Risse am Kondensatorelement selbst sind in der Regel ein schwerwiegenderes Problem als Risse an der Lötstelle. Wird durch den Riss die interne Elektrode zerstört, kann dies zu einem dielektrischen Durchschlag führen. Risse im Kondensatorelement weisen für gewöhnlich ein bestimmtes Muster auf. Ist die Anschlusselektrode starr angelötet, wirkt die Biegebelastung konzentriert auf den Verbindungsbereich der Anschlusselektrode ein, und der Riss geht normalerweise von der Spitze der Elektrode aus und pflanzt sich durch das Keramikelement fort.

Häufig verursacht eine unsachgemäße Handhabung der Leiterplatte nach der Bauteilmontage Risse am Kondensatorelement. Zur Erhöhung der Produktionseffizienz werden die Bauelemente auf der Montagelinie in einem Durchgang auf einer langen, durchgängigen Leiterplatte bestückt. Diese wird anschließend in einzelne Leiterplatten unterteilt. Werden die Leiterplatten manuell statt mit einem Spezialwerkzeug vereinzelt, kann die Biegebelastung zur Rissbildung im Kondensatorelement führen.

Die neue MLCC-Technologie mit einer leitfähigen elastischen Kunstharzschicht gestattet auch die Produktion großer hochkapazitiver Kondensatoren und bietet Entwicklern mehr Design-Möglichkeiten. So sind die MLCCs mit elastischen Anschlüssen nicht nur auf Anwendungen in der Automobil-Elektronik beschränkt, sondern eignen sich auch für elektronische Geräte, die für den Einsatz im Freien bei rauen Umgebungsbedingungen vorgesehen sind.

Durch bleifreies Lot verursachte Probleme

Herkömmliches Lot, eine Legierung aus Zinn und Blei, hat einen niedrigen Schmelzpunkt und ist preiswert und einfach zu verarbeiten. Andererseits ist es auch ein gefährlicher Umweltschadstoff. Aus diesem Grund werden mittlerweile bleifreie Lotlegierungen verwendet, die aus Zinn, Silber und Kupfer bestehen. Das derzeit erhältliche bleifreie Lot weist jedoch ein höheres Elastizitätsmodul als herkömmliches Lot auf, wodurch es härter und poröser wird und somit stärker von Ausdehnungen und Kontraktionen betroffen ist. Wenn also die Leiterplatte, auf der die Chipkomponenten verbaut sind, einer durch Verdrehung oder Verbiegung hervorgerufenen Biegebelastung ausgesetzt wird, kann die Lötverbindung Schaden nehmen, und es können Risse auftreten.

Ein anderer durch bleifreies Lot hervorgerufener Schaden ist das Entstehen mikroskopisch kleiner Vertiefungen (Kirkendall-Löcher), die wiederum die Haftfestigkeit beeinträchtigen. Werden zwei unterschiedliche, eng aneinanderliegende Metalle erhitzt, tritt eine atomare Diffusion ein. Diese Wirkung ist als Kirkendall-Effekt bekannt. Da die Diffusionsgeschwindigkeit von der Atomart abhängt, können wiederholte Temperaturzyklen die Bildung von Löchern verursachen, die wiederum zu Rissen im Lot führen. Die Temperatur im Motorraum eines Autos erreicht unter normalen Bedingungen 100 °C und mehr. Die bestückten Leiterplatten, die sich unter diesen Einflüssen abwechselnd ausdehnen und zusammenziehen, werden somit einer Biegebelastung ausgesetzt, die zu Löchern und Rissen in Lötverbindungen führen und dadurch deren Zuverlässigkeit beeinträchtigen kann.

Übersicht der TDK MLCCs mit weichen Anschlüssen

Type	C2012						C3216						C3225					C4532			C5750							
	2W 450 V	2E 250 V	2A 100 V	1H 50 V	1V 35 V	1C 16 V	2J 630 V	2W 450 V	2E 250 V	2A 100 V	1H 50 V	1V 35 V	1E 25 V	2J 630 V	2W 450 V	2E 250 V	2A 100 V	1H 50 V	2J 630 V	2W 450 V	2E 250 V	2J 630 V	2W 450 V	2E 250 V	2A 100 V			
103																												
223																												
473																												
104																												
224																												
474																												
105																												
225																												
475																												
106																												

■ X7R series
■ X7S series
■ X7T series



Weiche Anschlüsse sind erhältlich für:

- Alle 2-poligen MLCCs mit Nennspannungen von 6,3 bis 630 V DC
- Alle Kondensator-Arrays (Doppelement-Kondensatoren)
- Bis 150 °C temperaturbeständige Bauarten (X8R)

Anschlusselektroden aus leitfähigem Kunstharz können auch in anderen Mittelspannungs-MLCCs mit C0G-Temperaturcharakteristik eingesetzt werden.