

APPLICATION NOTE

Risse bei geformten Speicherdrosseln



ANP020, VON RANJITH BRAMANPALLI

1. Einleitung

Dieses Application Note beschreibt den Einfluss kleiner Risse in Kernen von Speicherinduktivitäten der Würth Elektronik [WE-LHMI](#) Produktsreihe. Diese Risse können bei der Produktion dieser Spulen auftreten.

Bei der [WE-LHMI](#)-Produktreihe entschied man sich für eine Spritzgusstechnologie, die speziell für flache Endgeräte mit hohen Strömen ausgelegt ist, wie z.B. Laptops, Tablets, akkubetriebene Geräte usw. In diesem Bereich nimmt der Bedarf an leistungsfähigen Geräten mit geringen Abmessungen immer mehr zu. Die Vorteile der [WE-LHMI](#)-Produkte sind der hohe Sättigungsstrom mit weicher Sättigungscharakteristik, geringe Kernverluste, eine hohe Betriebstemperatur und geringe Abmessungen.

Anders als bei den meisten Kernen von Speicherinduktivitäten ist der WE-LHMI-Kern kein Ferrit, sondern eine Mischung aus Eisenpulver und einem Bindemittel, der um den Spulenkern gepresst wird. Das Bindemittel erzeugt einen verteilten Luftspalt und wirkt sich vor allem positiv auf die elektrischen Eigenschaften der Spule aus. Nach dem Verpressen wird die Speicherinduktivität in einem Ofen ausgehärtet, wodurch die Bindung zwischen Bindemittel und Eisenpulver verstärkt wird. Anders als bei anderen Erzeugnissen ist die Oberfläche der [WE-LHMI](#)-Spule mit einer zusätzlichen Lackschicht versehen, um langfristig eine Rostbildung zu vermeiden. Diese Rostbildung könnte die elektrischen Eigenschaften der Spule während der gesamten Lebensdauer beeinträchtigen.

2. Aussehen und dessen Folgen

Eine perfekte Form des Kerns ist stets wünschenswert. Die Möglichkeiten ein solches Erscheinungsbild aufrechtzuerhalten sind jedoch begrenzt durch den beim Formen des Kerns eingesetzten Fertigungsprozess. Wir werden in diesem Application Note die Auswirkungen eines Kernes mit Mängeln untersuchen.

Ob mit oder ohne optische Mängel: Alle WE-LHMI-Produkte haben alle branchenüblichen Standardtests wie Temperaturschocks, mechanische Stöße, Anschlusskräfte, Schwingungen, Luftfeuchtigkeit, Feuchtigkeitsbeständigkeit, Lebensdauer usw. erfolgreich bestanden. Zudem haben diese Mängel keine Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit oder Performance der WE-LHMI-Produkte.

2.1. Haarriss: Seitenansicht

Risse im Bereich des Kerns sind praktisch nicht zu vermeiden. Die Ursache hierfür ist das Aushärten des Bindemittel und Eisenpulver während des Formens. Beim Auswerfen des Bauteils aus dem Presswerkzeug entstehen

durch Wandreibung kleine Risse. Anders als bei gesinterten Spulen haben kleine bis mittelgroße Risse keine Auswirkungen auf die elektrischen Eigenschaften der [WE-LHMI](#) Spulen. Um jedoch eine optimale Qualität zu gewährleisten, gelten bei Würth Elektronik eiSos in der Qualitätsprüfung Vorschriften, die eine maximale Rissstärke definieren.



Abbildung 1: Haarriss und Definition von H

Der Haarriss „H“ darf eine Länge von $\frac{1}{3}H$ an der linken und rechten Anschlussseite nicht überschreiten, andernfalls wird das Bauteil bei der Fertigung aussortiert. „H“ ist in Abbildung 1 definiert.

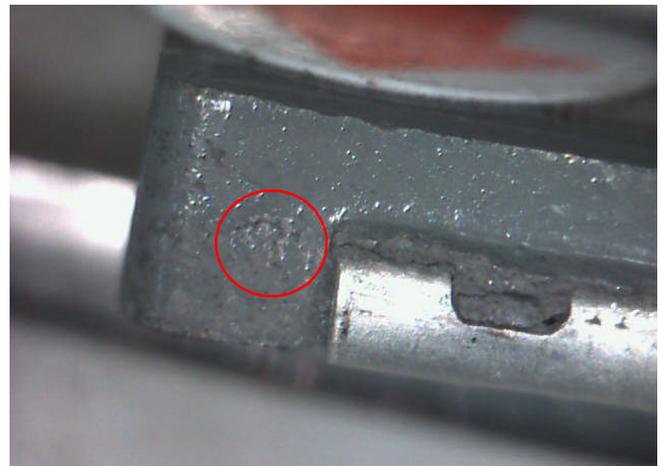


Abbildung 2: Beispiel eines kleinen akzeptablen Risses an der linken Anschlussseite

APPLICATION NOTE

Risse bei geformten Speicherdrosseln

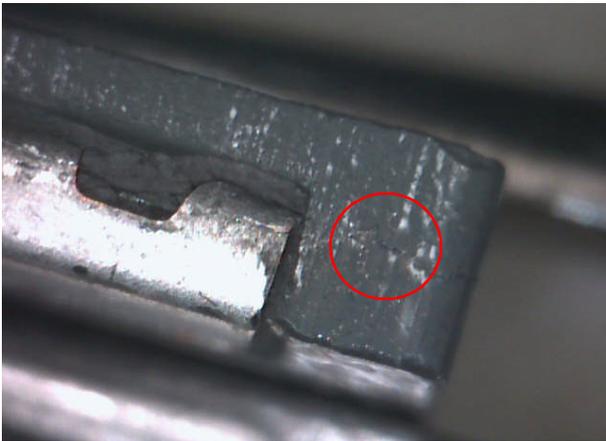


Abbildung 3: Beispiel eines akzeptablen mittelgroßen Risses an der rechten Anschlussseite



Abbildung 4: Beispiel eines nicht akzeptablen großen Risses an der rechten Anschlussseite

Die Sichtprüfung erfolgt in der Produktion mit einer Lupe, einem CCD-Kamera oder mit einem Mikroskop mit 10 Fach-Vergrößerung. Die Abbildungen 1 und 4 zeigen Risse mit einer Länge von mehr als $\frac{1}{3} H$, die deswegen nicht akzeptabel sind. Bei den Abbildungen 2 und 3 wird der Wert von $\frac{1}{3} H$ unterschritten, und die Bauteile sind akzeptabel.

Alle anderen Risse müssen kleiner als H sein, sonst wird das Bauteil aussortiert.

2.1.1. Risse an der Oberfläche

Ein Riss an der Oberfläche, wie er in Abbildung 5 gezeigt ist, ist inakzeptabel.



Abbildung 5: Beispiel eines nicht akzeptablen Risses an der Oberfläche

2.1.2. Padoberfläche (Riss)

Risse können auch auf der Unterseite im Bereich der Pad-Oberfläche auftreten. Ist ein solcher Riss kürzer als 2 mm, dann gilt das Bauteil als akzeptabel.

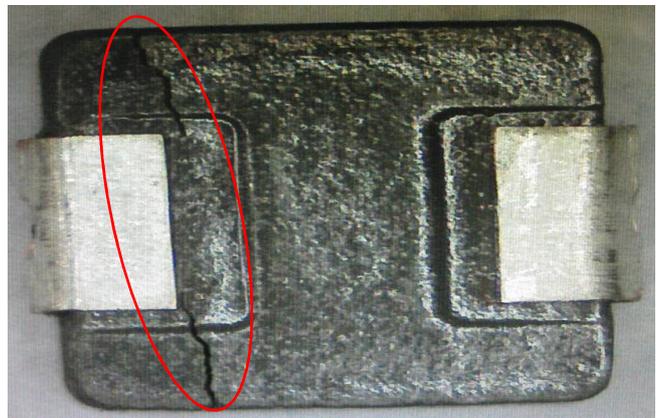


Abbildung 6: Beispiel eines nicht akzeptablen über 2mm großen Risses an der Unterseite

2.2. Oxidation

Da der Kern der WE-LHMI-Produktserie Eisen enthält, kann es im schlimmsten Fall zur Oxidation der Oberfläche kommen, die nicht tolerierbar ist. Im Gegensatz zu Bauteilen anderer Hersteller sind [WE-LHMI](#)-Bauteile beschichtet, wodurch eine Oxidation im Bereich des Kerns verhindert wird.

Im Fall einer Oxidation im Kernbereich, wie sie in Abbildung 7 gezeigt ist, wird das Bauteil aussortiert.

APPLICATION NOTE

Risse bei geformten Speicherdrosseln



Abbildung 7: Oxidation auf dem Kern (aussortiert)

Kundenseitig lässt sich die Oxidation vermeiden, indem Bauteile bis zur Montage wärme- und feuchtigkeitsgeschützt in dafür vorgesehenen Verpackungen gelagert werden.

2.3. Absplitterungen

Aufgrund der formgebenden Verfahren, die bei der Fertigung der [WE-LHMI](#)-Produkte auftreten, kann es zu Absplitterungen am Kern kommen. Das Ausmaß des Absplitters hat erst dann Auswirkungen, wenn der Drahtwickel der Spule freiliegt oder zerstört ist. Trotzdem wurden bei Würth Elektronik eiSos Standards implementiert, um entsprechende Kundenbedenken zu zerstreuen und ein annehmbares optisches Erscheinungsbild des Bauteils zu gewährleisten. Absplitterungen treten in der Regel an den Kanten, der Oberfläche und den Rändern der Spule auf (siehe nachfolgende Abbildungen).



Abbildung 8: Absplitterungen an verschiedenen Stellen



Abbildung 9: Eine Absplitterung im akzeptablen Maß am Berührungspunkt der Oberfläche

[WE-LHMI](#)-Bauteile werden bei der Fertigung nur dann als akzeptabel betrachtet, wenn Absplitterungen an der Oberfläche weniger als 1,0 mm, im Berührungsbereich zweier Oberflächen weniger als 1,2 mm oder im Berührungsbereich dreier Oberflächen weniger als 1,5 mm stark sind.



Abbildung 10: Absplitterungen im nicht akzeptablen Maß am Berührungspunkt dreier Oberflächen (aussortiert)

2.4. Elektrische Leistungsfähigkeit

[WE-LHMI](#)-Produkte mit sichtbaren Unregelmäßigkeiten werden verschiedenen elektrischen und Zuverlässigkeitsprüfungen unterzogen, die gezeigt haben, dass die Leistungsfähigkeit und die Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt werden. Die schwerwiegendsten Effekte, die bei der Spule auftreten können, ist ein Absplittern des Kernmaterials im größeren Umfang. Daher erfolgt der Vergleich der elektrischen Leistungsfähigkeit mit und ohne Absplitterungen.

Um den Einfluss solcher Risse auf die elektrischen Eigenschaften einer [WE-LHMI](#) zu untersuchen werden jeweils eine akzeptable und eine inakzeptable (mit Rissen) Spule in einem DC/DC-Wandler vermessen. Hierzu werden ein synchroner Abwärtsschaltregler (LTC3810) und die [WE-LHMI 74437368068](#) verwendet. Der DC/DC-Wandler hat eine Ausgangsleistung von 60 W ($U_{in} = 24V$, $U_{out} = 12V$, $I_{out} = 5 A$) bei einer Schaltfrequenz von 250 kHz .

Bei den Tests wird zunächst eine akzeptable [WE-LHMI](#) mit 6,8 μH ohne optische Beeinträchtigung verwendet. Das Resultat beträgt $U_{out} = 11,78 V$ und $I_{out} = 5,02 A$ bei einem Wirkungsgrad von 93 %. Derselbe Test wird dann bei einer Spule mit Absplitterungen in einer Größenordnung von 15 % durchgeführt. Trotz Absplitterungen des Kernmaterials bleibt das Ergebnis gleich. Die Abbildungen 12 und 13 zeigen die Messkurven ohne und mit Absplitterungen.

APPLICATION NOTE

Risse bei geformten Speicherdrosseln



Abbildung 11: Absplitterung bei WE-LHMI 74437368068 (aussortiert)

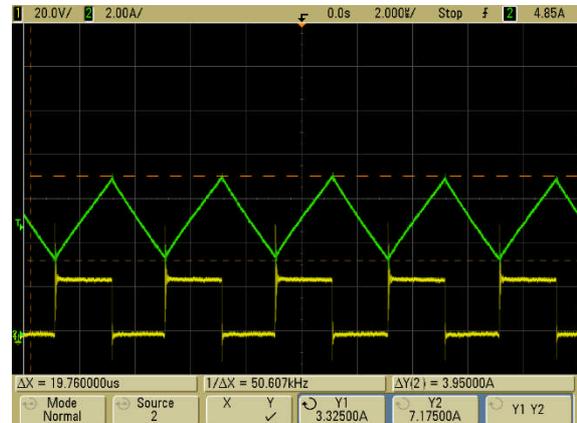


Abbildung 13: Spulenstrom und Schaltspannung bei Absplitterungen in einer Größenordnung von 15 % am Spulenrahmen

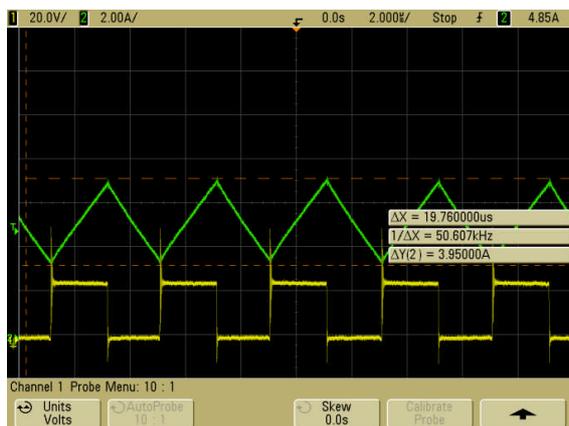


Abbildung 12: Spulenstrom und Schaltspannung bei akzeptabler Spule

In den Abbildungen 12 und 13 zeigt die grüne Messkurve den Ripplestrom durch die Spule (mit einem Hall-Sensor gemessenen), während die gelbe Messkurve die am Drain des MOSFET gemessene Spannung darstellt.

3. Fazit

Da der WE-LHMI-Kern nicht massiv ist, sondern aus Eisenpulver besteht, das um die Spulenwicklungen geformt ist, haben Risse, Absplitterungen und andere optische Mängel keine Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit und die Leistung der Spulen.

Zudem werden vonseiten der Qualitätssicherung der Würth Elektronik eiSos Standards für den Fertigungsprozess festgelegt und laufend angepasst, um die Zuverlässigkeit und die Leistung der Produkte zu optimieren.

4. Stückliste

Index	Beschreibung	Paket	Elektrische Daten	Best.-Nr.
L	WE-LHMI SMD-Hochstrominduktivität	1040	6,8 μ H,	74437368068
IC	Schaltregler-IC	28-polig, SSOP	60 W, 250 kHz, 24 V bis 12 V, 5 A	LTC3810

APPLICATION NOTE

Risse bei geformten Speicherdrosseln



WICHTIGER HINWEIS

Der Anwendungshinweis basiert auf unserem aktuellen Wissens- und Erfahrungsstand, dient als allgemeine Information und ist keine Zusicherung der Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG zur Eignung des Produktes für Kundenanwendungen. Der Anwendungshinweis kann ohne Bekanntgabe verändert werden. Dieses Dokument und Teile hiervon dürfen nicht ohne schriftliche Genehmigung vervielfältigt oder kopiert werden.

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG und seine Partner- und Tochtergesellschaften (nachfolgend gemeinsam als „WE“ genannt) sind für eine anwendungsbezogene Unterstützung jeglicher Art nicht haftbar. Kunden sind berechtigt, die Unterstützung und Produktempfehlungen von WE für eigene Anwendungen und Entwürfe zu nutzen. Die Verantwortung für die Anwendbarkeit und die Verwendung von WE-Produkten in einem bestimmten Entwurf trägt in jedem Fall ausschließlich der Kunde. Aufgrund dieser Tatsache ist es Aufgabe des Kunden, erforderlichenfalls Untersuchungen anzustellen und zu entscheiden, ob das Gerät mit den in der Produktspezifikation beschriebenen spezifischen Produktmerkmalen für die jeweilige Kundenanwendung zulässig und geeignet ist oder nicht.

Die technischen Daten sind im aktuellen Datenblatt zum Produkt angegeben. Aus diesem Grund muss der Kunde die Datenblätter verwenden und wird ausdrücklich auf die Tatsache hingewiesen, dass er dafür Sorge zu tragen hat, die Datenblätter auf Aktualität zu prüfen. Die aktuellen Datenblätter können von www.we-online.com heruntergeladen werden. Der Kunde muss produktspezifische Anmerkungen und Warnhinweise strikt beachten. WE behält sich das Recht vor, an seinen Produkten und Dienstleistungen Korrekturen, Modifikationen, Erweiterungen, Verbesserungen und sonstige Änderungen vorzunehmen.

Lizenzen oder sonstige Rechte, gleich welcher Art, insbesondere an Patenten, Gebrauchsmustern, Marken, Urheber- oder sonstigen gewerblichen Schutzrechten werden hierdurch weder eingeräumt noch ergibt sich hieraus eine entsprechende Pflicht, derartige Rechte einzuräumen. Durch Veröffentlichung von Informationen zu Produkten oder Dienstleistungen Dritter gewährt WE weder eine Lizenz zur Verwendung solcher Produkte oder Dienstleistungen noch eine Garantie oder Billigung derselben.

Die Verwendung von WE-Produkten in sicherheitskritischen oder solchen Anwendungen, bei denen aufgrund eines Produktausfalls sich schwere Personenschäden oder Todesfällen ergeben können, sind unzulässig. Des Weiteren sind WE-Produkte für den Einsatz in Bereichen wie

Militärtechnik, Luft- und Raumfahrt, Nuklearsteuerung, Marine, Verkehrswesen (Steuerung von Kfz, Zügen oder Schiffen), Verkehrssignalanlagen, Katastrophenschutz, Medizintechnik, öffentlichen Informationsnetzwerken usw. weder ausgelegt noch vorgesehen. Der Kunde muss WE über die Absicht eines solchen Einsatzes vor Beginn der Planungsphase (Design-In-Phase) informieren. Bei Kundenanwendungen, die ein Höchstmaß an Sicherheit erfordern und die bei Fehlfunktionen oder Ausfall eines elektronischen Bauteils Leib und Leben gefährden können, muss der Kunde sicherstellen, dass er über das erforderliche Fachwissen zu sicherheitstechnischen und rechtlichen Auswirkungen seiner Anwendungen verfügt. Der Kunde bestätigt und erklärt sich damit einverstanden, dass er ungeachtet aller anwendungsbezogenen Informationen und Unterstützung, die ihm durch WE gewährt wird, die Gesamtverantwortung für alle rechtlichen, gesetzlichen und sicherheitsbezogenen Anforderungen im Zusammenhang mit seinen Produkten und der Verwendung von WE-Produkten in solchen sicherheitskritischen Anwendungen trägt. Der Kunde hält WE schad- und klaglos bei allen Schadensansprüchen, die durch derartige sicherheitskritische Kundenanwendungen entstanden sind.

NÜTZLICHE LINKS

Application Notes:

<http://www.we-online.de/app-notes>

REDEXPERT Design Tool:

<http://www.we-online.de/redexpert>

Toolbox:

<http://www.we-online.de/toolbox>

Produkt Katalog:

<http://katalog.we-online.de>

KONTAKTINFORMATIONEN

Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG

Max-Eyth-Str. 1, 74638 Waldenburg, Germany

Tel.: +49 (0) 7942 / 945 – 0

Email: appnotes@we-online.de

Web: <http://www.we-online.de>