

SUPPORT NOTE

SN025 | REDCUBE PRESS-FIT Terminals für den Automotive-Bereich



Markus Stark

1. DIE EINPRESSTECHNIK

REDCUBE PRESS-FIT Terminals sind die erste Wahl für robuste Hochstromverbindungen auf Leiterplattebene in Automotive-Anwendungen. Sie werden häufig zum Anschließen von Kabeln mit Kabelschuhen an Leiterplatten verwendet.

Die Stromtragfähigkeit von REDCUBE PRESS-FIT ist beeindruckend: Selbst bei gleicher Leistung erzeugen diese Bauteile im Vergleich zu Alternativen für die Stromversorgung von Leiterplatten die geringste Wärme.

Durch das direkte Einpressen der massiven Pins in die Leiterplatte entsteht eine starke Reibung zwischen dem Pin und der durchkontaktierten Bohrung. Dadurch bildet sich eine nahtlose Kaltschweißverbindung zwischen dem Pin und der kupferbeschichteten Durchkontaktierung in der Leiterplatte (Abbildung 1). Das Ergebnis ist eine sichere, gasdichte und mechanisch stabile Verbindung mit einem Kontaktwiderstand von unter $200\ \mu\Omega$. Keine andere Technologie bewältigt Ströme bis 250 A ohne nennenswerte Eigenerwärmung so gut.

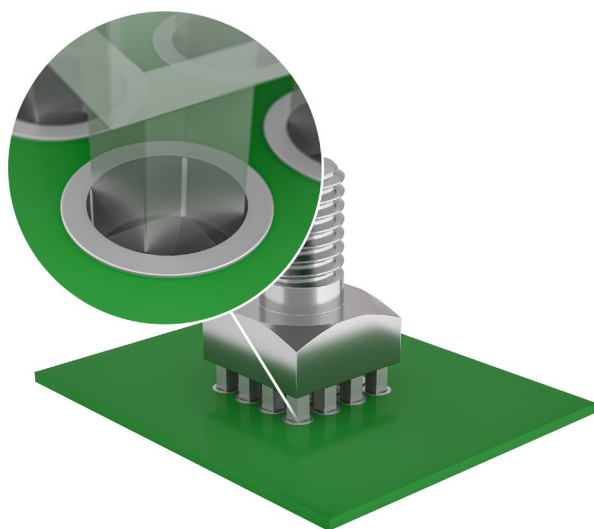


Abbildung 1: PRESS-FIT-Technologie.

Was die langfristige Zuverlässigkeit angeht, übertrifft REDCUBE PRESS-FIT eine SMT-Lötverbindung

(Oberflächenmontage) um das bis zu 30-Fache. Um einen einzelnen massiven Presspin aus einer 1,6-mm-Leiterplatte zu lösen, ist in der Regel eine Kraft von über 100 N erforderlich.

Folglich könnte selbst ein kleines Bauteil mit gerade einmal acht Pins das Gewicht eines durchschnittlichen Menschen tragen, ohne aus der Leiterplatte herausgezogen zu werden. Damit sind REDCUBE PRESS-FIT Terminals ideal sowohl für elektrische als auch mechanische Verbindungen von Elektronikbauteilen. Wenn nach dem Einpressen des REDCUBE PRESS-FIT in die Leiterplatte (in diesem Beispiel 2,4 mm stark) die Kontaktzone des massiven Press-Fit Pins an jeder der vier Ecken größer als 3° mit der Durchkontaktierung ist, weist die Pressverbindungszone einen geringeren elektrischen Widerstand auf als der Messing Pin selbst. Dadurch wird die Entstehung elektrischer oder thermischer Engpässe vermieden. Das Beispiel in Abbildung 2 zeigt einen Querschnitt des eingepressten Pins in der Durchkontaktierung. Normalerweise ist der Anschlussflächenwinkel deutlich größer und sorgt so für mehr Sicherheit bei der elektrischen Verbindung.

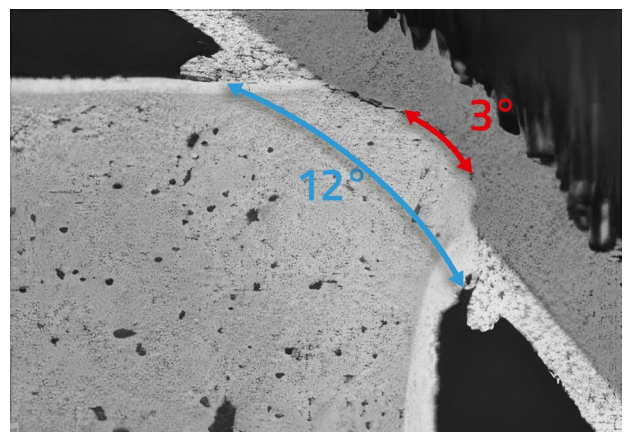


Abbildung 2: Erforderlicher Anschlussflächenwinkel von nur 3° .

Nebenbei bemerkt bezieht sich die Angabe von 3° auf einen theoretischen Vollkreis von 360° . Gleichzeitig sollte dieser Bereich nicht größer als 12° sein, da andernfalls die Durchkontaktierung beschädigt werden kann. Die im Datenblatt angegebenen Werte gewährleisten die Einhaltung dieser Anforderung.

Die Einpresstechnik bietet gegenüber der Löttechnik mehrere Vorteile. Sie ist besonders gut für sehr starke Leiterplatten mit hohen Kupferschichtdicken in den einzelnen Lagen geeignet. Außerdem ermöglicht sie eine problemlose beidseitige Bestückung von Leiterplatten und erleichtert auf diese Weise kompakte Modulkonstruktionen.

Bei der Einpresstechnik besteht über die gesamte Länge der Einpresszone ein gleichmäßiger Kontakt zwischen Stift und Kupferschicht. Eine derart hohe Zuverlässigkeit ist beim Löten nicht gegeben, da das Lot möglicherweise nicht über die gesamte Länge der Durchkontaktierung aufsteigt, wodurch sich der Übergangswiderstand erhöht. Folglich sind die langfristige Belastbarkeit und mechanische Stabilität nicht so hoch wie bei REDCUBE PRESS-FIT. Anders als beim Löten sind die Leiterplatten bei diesem Verfahren keiner thermischen Belastung ausgesetzt.

REDCUBE PRESS-FIT Steckverbinder von Würth Elektronik werden aus CuZn39Pb3 gefertigt und erfüllen damit die RoHS-Standards für Kupferlegierungen.

2. DIE ANWENDUNG

Wie bereits erwähnt, sind REDCUBE PRESS-FIT Terminals in der Lage, Ströme von mehr als 250 A auf die Leiterplatte zu führen.

Allerdings muss die Strombelastbarkeit von REDCUBE PRESS-FIT unbedingt im Kontext des Gesamtsystems bewertet werden. Faktoren wie Stärke und Breite der Leiterbahnen, Kabelquerschnitt, Umgebungstemperatur und Wärmeverteilung müssen bei der Auswahl der für die jeweilige Anwendung geeigneten REDCUBE PRESS-FIT Terminals sorgfältig berücksichtigt werden.

Die Einpresszone selbst weist einen extrem niedrigen Widerstand auf, der zwischen 100 und 200 $\mu\Omega$ liegt. Daher liegt der begrenzende Faktor oft im Layout der verbundenen Leiterbahnen oder in der Verbindung externer Zuleitungen mit einem eingepressten Bauteil.

Tatsächlich besteht die Herausforderung bei der Entwicklung von Hochstromanwendungen darin, eine optimale Interaktion zwischen allen Bauteilen im System zu erzielen.

3. DIE VERARBEITUNG

Von der Verwendung von HAL-Leiterplatten (Hot-Air-Levelling) sowie ENIG-Platinen (Electroless Nickel Immersion Gold) wird abgeraten. HAL Oberflächen sind inhomogen und eine sichere Kontaktierung über alle Lagen kann nicht immer gewährleistet werden. ENIG Oberflächen sind sehr hart und spröde. Hier kann es zur Spanbildung am Pin kommen oder auch zu Kontaktproblemen mit der Leiterplatte in Verbindung mit der existierenden Nickelschicht.

Dagegen gewährleisten tauchbeschichtete Leiterplattenoberflächen (Immersion-coated PCBs) eine gleichmäßige Verteilung des Zinns im gesamten Durchgangsloch. Dies erleichtert das Einhalten von Toleranzen und verhindert die Spanbildung zuverlässig. Späne (Plattierung oder Lot, die aus der Durchkontaktierung gedrückt werden) können die technische Sauberkeit des Systems beeinträchtigen und zudem – auch wenn dies eher unwahrscheinlich ist – als leitfähiges Teilchen zu Kurzschlüssen führen. REDCUBE PRESS-FIT Terminals weisen quadratische Einpresspins auf. Die Designvorgaben für die Durchkontaktierung sind in den jeweiligen Spezifikationen aufgeführt und unbedingt einzuhalten.

Für optimale Leistung eines REDCUBE PRESS-FIT Standardbauteils sollte die Leiterplattenstärke idealerweise zwischen 1,6 und 2,7 mm liegen. Die typische Auszugskraft beträgt bei einer Stärke der Leiterplatte von 1,6 mm ca. 100 N pro Pin. Bei stärkeren Leiterplatten liegen die Werte entsprechend höher.

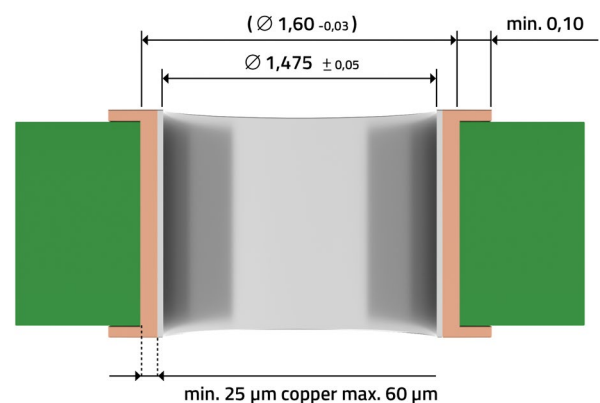


Abbildung 3: Spezifikation für chemische Oberflächen.

Das Anbringen einer Kupferschiene zur Erhöhung der Strombelastbarkeit ist auch mit REDCUBE PRESS-FIT Terminals möglich. Dies kann auf zwei Arten geschehen: durch Einpressen der Kupferschiene unter der Leiterplatte oder durch Aufschrauben auf das REDCUBE PRESS-FIT Terminal. Beim Einpressen ist darauf zu achten, dass die maximale Gesamtdicke der Leiterplatte einschließlich der Kupferschiene 2,7 mm nicht überschreiten.

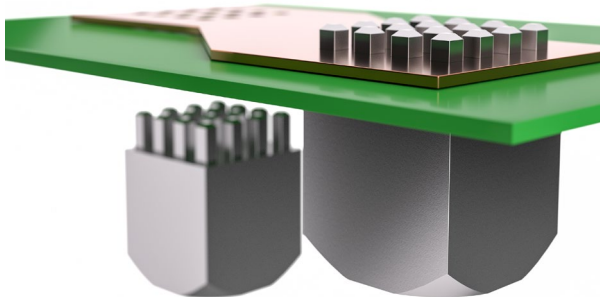


Abbildung 4: Direktes Einpressen mit der Kupferschiene auf die Leiterplatte.

Darüber hinaus eignen sich REDCUBE PRESS-FIT Terminals auch ideal für die Erfüllung rein mechanischer Funktionen, beispielsweise zum Verbinden von Leiterplatten mit Gehäusen oder zum Verbinden zweier Leiterplatten miteinander.

4. DESIGNTIPPS

- Andere Komponenten sollten aufgrund der leichten Durchbiegung der Leiterplatte beim Einpressen mindestens 4 mm von der Einpressbohrung entfernt montiert werden.
- Die Einpressbohrung sollte einen Mindestabstand von 3 mm zum Rand haben.
- Die Einpresskraft pro Pin sollte zwischen mindestens 40 N und höchstens 250 N liegen. Bei einer 1,6-mm-Leiterplatte liegt diese Kraft in der Regel bei etwa 100 bis 150 N pro Pin. Die exakten Werte sind dem jeweiligen Datenblatt zu entnehmen.
- Wichtig ist, die Einpresszone während des gesamten Einpressvorgangs zu stabilisieren. Ohne fachgerechte Unterstützung besteht die Gefahr, dass die Leiterplatte beim Einpressen mechanisch verformt oder beschädigt wird. Dies gilt insbesondere für das pneumatische Pressen: Hierbei muss der Hubzyklus gleichmäßig und konstant ausgeführt werden. Träger aus Aluminium oder aus dem 3D-Drucker eignen sich nur für wenige Muster.
- Der Hubzyklus sollte in einer Bewegung senkrecht und ohne Winkelversatz zur Leiterplatte ausgeführt werden. Hierdurch werden Defekte in der Durchkontaktierung oder eine Delaminierung der Leiterplatte vermieden. Nach dem Einpressen müssen die Pins leicht aus der Platine herausragen, damit die Bauteile nicht die Leiterplatte quetschen und somit eine Delaminierung hervorrufen können. Es wird empfohlen, einen Abstand von ca. 0,1 mm zwischen der Leiterplatte und der REDCUBE PRESS-FIT einzuhalten.
- Die REDCUBE PRESS-FIT Terminals sind speziell für Einpressverbindungen konzipiert. Alternative Verarbeitungsmethoden wie z. B. Löten werden nicht empfohlen. Aufgrund der hohen Wärmeaufnahme sollte das Einpressen des REDCUBE PRESS-FIT immer im letzten Schritt erfolgen, nachdem alle Lötvorgänge abgeschlossen sind.
- Es wird auch davon abgeraten, REDCUBE PRESS-FIT Terminals nach dem Einpressvorgang nachzulöten. Beim Nachlöten kann es möglicherweise zu einer teilweisen Zerstörung der Kaltverschweißung und einer Delaminierung in der Leiterplatte kommen, wodurch die mechanische Stabilität in der Einpresszone dauerhaft verloren geht.
- Um mechanische Schäden am REDCUBE PRESS-FIT und der Leiterplatte zu vermeiden, ist es unabdingbar, die maximal zulässigen Drehmomente zu beachten. Die exakten Werte sind dem jeweiligen Datenblatt zu entnehmen.
- Die Einpressgeschwindigkeit darf maximal 250 mm/min. betragen.

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 Todesfälle 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
www.we-online.com/app-notes



REDEXPERT Design Plattform
www.we-online.com/redexpert



Toolbox
www.we-online.com/toolbox



Produkt Katalog
www.we-online.com/produkte

CONTACT INFORMATION



appnotes@we-online.com
Tel. +49 7942 945 - 0



Würth Elektronik eiSos GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 1 · 74638 Waldenburg
Germany
www.we-online.com

SUPPORT NOTE

SN025 | REDCUBE Terminals für den Automotive-Bereich

REVISION HISTORY

Document Version	Release Date	Changes
SN025a	2025/07/18	Initial release of the application note
SN025b	2025/07/21	The maximum circuit board thickness changed from 3 mm to 2.7 mm (page2)

Note: The current version of the document and the release date are indicated in the footer of each page of this document.