AN 2009-09

Montagehinweise für SmartPIM1 und SmartPACK1 Module



Industrial Power

Never stop thinking

Edition 2009-10-22

Published by
Infineon Technologies AG
59568 Warstein, Germany

© Infineon Technologies AG 2009.
All Rights Reserved.

LEGAL DISCLAIMER

THE INFORMATION GIVEN IN THIS APPLICATION NOTE IS GIVEN AS A HINT FOR THE IMPLEMENTATION OF THE INFINEON TECHNOLOGIES COMPONENT ONLY AND SHALL NOT BE REGARDED AS ANY DESCRIPTION OR WARRANTY OF A CERTAIN FUNCTIONALITY, CONDITION OR QUALITY OF THE INFINEON TECHNOLOGIES COMPONENT. THE RECIPIENT OF THIS APPLICATION NOTE MUST VERIFY ANY FUNCTION DESCRIBED HEREIN IN THE REAL APPLICATION. INFINEON TECHNOLOGIES HEREBY DISCLAIMS ANY AND ALL WARRANTIES AND LIABILITIES OF ANY KIND (INCLUDING WITHOUT LIMITATION WARRANTIES OF NON-INFRINGEMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS OF ANY THIRD PARTY) WITH RESPECT TO ANY AND ALL INFORMATION GIVEN IN THIS APPLICATION NOTE.

Information

For further information on technology, delivery terms and conditions and prices please contact your nearest Infineon Technologies Office (**www.infineon.com**).

Warnings

Due to technical requirements components may contain dangerous substances. For information on the types in question please contact your nearest Infineon Technologies Office.

Infineon Technologies Components may only be used in life-support devices or systems with the express written approval of Infineon Technologies, if a failure of such components can reasonably be expected to cause the failure of that life-support device or system, or to affect the safety or effectiveness of that device or system. Life support devices or systems are intended to be implanted in the human body, or to support and/or maintain and sustain and/or protect human life. If they fail, it is reasonable to assume that the health of the user or other persons may be endangered.

AN 2009-09		
Revision History:	2009-09	V1.0
Previous Version:	none	

Page	Subjects (major changes since last revision)

We Listen to Your Comments

Any information within this document that you feel is wrong, unclear or missing at all?
Your feedback will help us to continuously improve the quality of this document.
Please send your proposal (including a reference to this document) to:

IGBT.Application@infineon.com



Table of Contents Page

1 Allgemeines 5
2 Anforderung an Leiterkarten 6
3 Die selbsteinpressende Montage 8
3.1 Verschrauben des Moduls 9
4 Der Auspressvorgang 10
4.1 Auspresskräfte 11
5 Qualität von Einpressverbindungen 12
6 Beschaffenheit des Kühlkörpers für die Modulmontage 14
7 Aufbringen der Wärmeleitpaste 14
8 Luft- und Kriechstrecken 16
9 Modulkennzeichnung 17
10 Lagerung und Transport 18
11 ESD Schutz 18

1 Allgemeines

Bei jeder neuen IGBT Modulgeneration steht auch eine Vereinfachung der Handhabung und Montage im Focus der Entwicklung.
Angetrieben wird dies dadurch, dass heutige Umrichterdesigns nach Komponenten verlangen, die noch einfacher, schneller und vor allem sicherer zu kontaktieren und zu montieren sind.
Die PressFIT Technologie ist die wohl attraktivste Lösung zur Verbindung der Steuer- und Laststromanschlüsse von IGBT-Modulen mit einer Leiterkarte. Denn diese wird den Anforderungen nach höherer Zuverlässigkeit, dem Trend zu höheren Temperaturen, der RoHS-Konformität und natürlich einer stark vereinfachten Handhabbarkeit gerecht.
Im Automobilbereich wird diese Verbindungstechnik schon seit Jahren erfolgreich unter erschwerten Bedingungen und bei mittleren Strömen eingesetzt. Im Telekommunikations-Sektor werden solche Verbindungen sogar schon seit Anfang der 80er Jahre für Signalübertragungen genutzt. Damit ist diese Verbindungsart bereits vielfach erprobt und optimal geeignet für den Einsatz in IGBT Modulen, bei denen sowohl die Anforderungen von Last- als auch von Signalanschlüssen erfüllt und miteinander kombiniert werden müssen.
Die elektrische und thermische Anbindung zur Leiterkarte geschieht über eine gasdichte Kaltschweißverbindung. Die Kontakte lassen sich in Standard FR4 Leiterkarten mit den von Herstellern üblichen Toleranzen einsetzen.Mit dieser Montage Technologie kann das Modul auf beiden Seiten der Leiterkarte bestückt werden.
Die Verknüpfung des Einpressvorgangs mit der Fixierung am Kühlkörper in einem Schritt ist nun ein weiterer, logischer Schritt zur Vereinfachung des Montageprozesses.
D.h. bei der Montage der SmartPIM1 und SmartPACK1 Module wird die elektrische Verbindung zur PCB und im gleichen Arbeitsschritt die mechanische Fixierung von Modul, Kühlkörper und PCB hergestellt.
Nur durch das Anziehen einer einzigen Schraube wird der gesamte Montageprozess in wenigen Sekunden komplett abgewickelt und abgeschlossen.

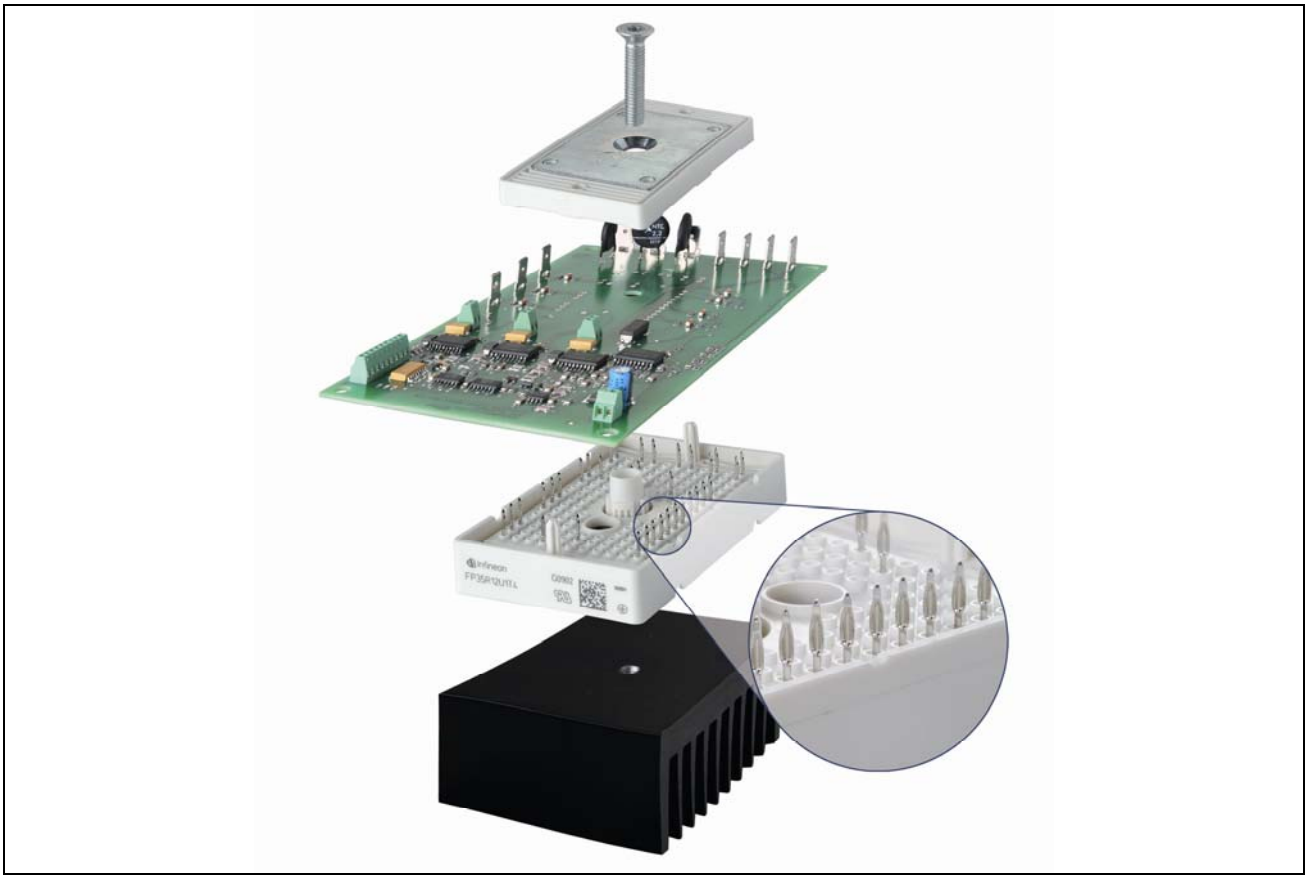


Abbildung 1: SmartPIM1 selbsteinpressende Montage

Die Einpresskontakte im SmartPIM1 und SmartPACK1 weisen eine Zone von ca.1,7 mm Länge auf, die sich beim Einpressvorgang dem Loch in der Leiterkarte anpasst. Hierbei tritt eine dauerhafte Verformung auf. Diese Verformung ist zum Tolleranzausgleich gewollt und die Grundlage für die Kaltverschweißung.

Die beim Einpressvorgang entstehenden Kräfte stellen sicher, dass die verschweißten Materialien von PCB und Pin einen dauerhaft gleich bleibenden und im Vergleich zu anderen Kontakttechnologien sehr kleinen elektrischen Übergangswiderstand aufweisen (ca. 0,05 mΩ).

Durch das flexible Pinraster, mit 145 möglichen Kontaktpositionen, können verschiedene, auch kundenspezifische Konfigurationen mit unkompliziertem PCB-Layout integriert werden. Standardkonfigurationen wie PIM (Gleichrichter, Brake und SixPACK) und PACK (SixPACK) in 600V und 1200V sind bereits berücksichtigt. Diese sind mit den neuesten Chiptechnologien erhältlich und ermöglichen eine bestmögliche Ausnutzung des Bauraums.

Durch die bekannte Al_2O_3 Keramik wird eine hohe Isolationsfestigkeit sichergestellt. Weiterhin ermöglicht Sie im Zusammenspiel mit dem Duplex Rahmenkonzept einen optimalen thermischen Kontakt zum Kühlkörper. Zur Temperaturüberwachung ist ein thermische Sensor (NTC) integriert.

2 Anforderung an Leiterkarten

Die in den SmartPIM1 und SmartPACK1 integrierte PressFIT Technologie ist von der Infineon AG für Standard FR4 Leiterkarten mit chemisch Zinn Oberfläche untersucht und qualifiziert worden (IEC 60352-5 + IEC60747-15). Sollten andere Oberflächen bei der Leiterkartenherstellung eingesetzt werden, müssen diese getestet, geprüft und qualifiziert werden.

Anforderung an das Leiterkartenmaterial (PCB):
Doppelseitige Leiterkarte nach IEC 60249-2-4 bzw. IEC 60249-2-5
Mehrlagenleiterplatte nach IEC 60249-2-11 bzw. IEC 60249-2-12

	min.	**typ.**	**max.**
Bohrlochdurchmesser	1,12mm	1,15 mm	
Kupferdicke im Loch	>25µm		< 50µm
Metallisierung im Loch			<15 µm
Endlochdurchmesser	0,94 mm		1,09 mm
Kupferstärke der Leiterbahnen	35 µm	70 µm 105 µm	400 µm
Metallisierung Leiterkarte	chemisch Zinn		
Metallisierung Pin	galvanisch Zinn		

Tabelle 1 Anforderungen an eine Leiterkarte

Damit ein guter Halt des Einpresskontaktes in der Leiterkarte sichergestellt werden kann, ist die in Tabelle 1 beschriebene Spezifikation des Loches einzuhalten.

Beschränkt man die Spezifikation von Einpresslöchern nur auf das Fertigmaß, also das metallisierte Loch, so können je nach Leiterplattenhersteller und Fertigungsphilosophie möglicherweise unterschiedliche Bohrer zum Einsatz kommen und auch unterschiedliche Metallisierungsdicken angeliefert werden. Dies hätte zur Folge, dass sich ein abweichendes Ergebnis einstellt, was aus Qualitätsgründung abgelehnt werden muss.

Weiterhin wird empfohlen, das Loch in der Leiterkarte beim Herstellungsprozess mit einem Bohrer von 1,15 mm Durchmesser zu bohren und nicht zu fräsen. Erfahrungsgemäß stellt sich nach dem Bohren durch einen Schrumpfungsprozess des FR4 Materials unter Berücksichtigung der Rundlauftoleranzen der Spindeln ein endgültiger Bohrlochdurchmesser zwischen 1,12 und 1,15 mm ein.

Mit einer Aufkupferung von 25 µm bis 50µm Kupfer innerhalb des Loches und Zinnschicht von ca. 1µm bei chem. Zinn stellt sich ein Endlochdurchmesser als Prüfmaß ein. Dieser Durchmesser liegt, durch die geringere Zinnschichtdicke im Vergleich zu z.B. HAL Leiterkarten, immer oberhalb des in der Norm (IEC 60352-5) aufgeführten Wertes von 1mm. Der Endlochdurchmesser unter Einbeziehung des Bohrdurchmessers, der Aufkupferung und der Zinnschicht liegt typischer weise zwischen 1,02 mm und 1,09 mm.

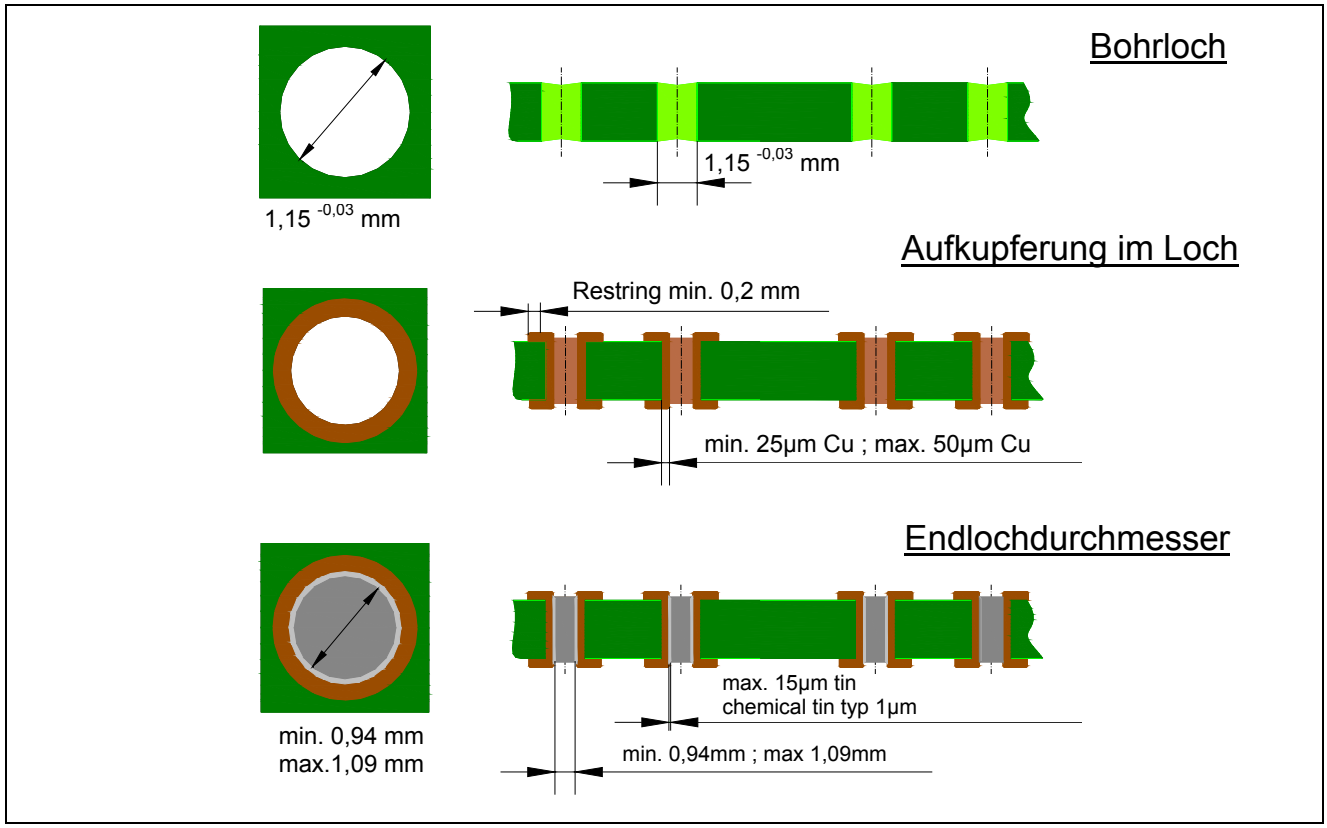


Abbildung 2 Aufbau einer Leiterkarte

Die PressFIT Technologie ist für FR4 Leiterkartenmaterial qualifiziert.

Nach einem durchgeführten Reflow-Lötprozess an einer Leiterkarte kann das Modul ohne Probleme in die Leiterkarte eingepresst werden. Die Haltekräfte der eingepressten Pins werden nicht beeinträchtigt.

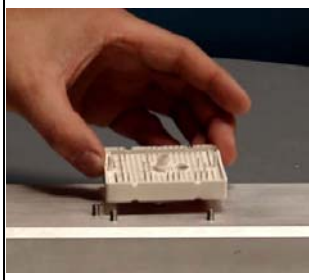
Wie bei Econo PressFIT Modulen ist bei der Positionierung von weiteren Bauteilen auf der Leiterkarte ein Abstand von 5 mm von der Mitte der Pins zu beachten. Sollten von dem Anwender eigene Einpresswerkzeuge entwickelt werden, so müssen diese Abmaße bei der Bauteilplatzierung berücksichtigt werden.

Ein eingepresstes Modul kann bis zu zweimal ausgetauscht werden. Das bedeutet, dass eine Platine in Summe dreimal verwendet werden kann, eine fachgerechte Behandlung der Komponenten vorausgesetzt. Ein schon eingepresstes und wieder ausgepresstes Modul kann nicht mehr eingepresst werden und nur noch durch einen Lötvorgang in einer neuen Leiterkarte befestigt werden, da die notwendige, plastische Verformung der Einpresszone keinen erneuten Einpressvorgang zulässt.

3 Die selbsteinpressende Montage

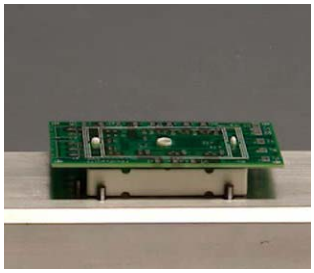
Nachdem das Modul und die Platine auf dem Kühlkörper positioniert wurden, wird eine Schraube durch den Gegenhalter, die PCB und das Modul in das Gewinde im Kühlkörper geführt. Indem die Schraube festgezogen wird, drückt der Gegenhalter die Pins des Moduls in die Löcher der Platine, fixiert das Modul auf dem Kühlkörper und gleichzeitig die PCB.

Kurz vor Beendigung des Einpressvorgangs setzt der äußere Rahmen des Moduls vollflächig auf dem Kühlkörper auf.



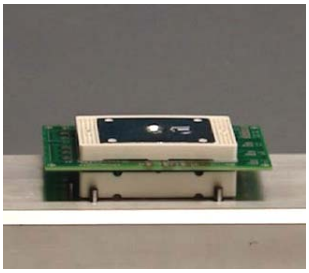
1. Schritt:

Das Modul wird auf dem Kühlkörper positioniert.



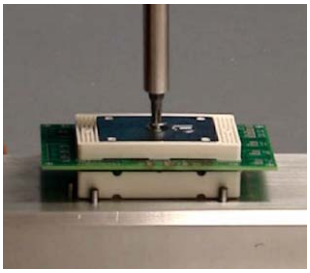
2. Schritt:

Durch die zwei Zentrier-hilfen wird die Platine lagerichtig auf dem Modul positioniert.



3. Schritt:

Der Gegenhalter wird ebenfalls mittels der Zentrierhilfen positioniert.



4. Schritt

Das Modul wird auf dem Kühlkörper verschraubt. Dabei werden die Kontakte in die Löcher der Platine eingepresst, der thermische Kontakt zum Kühlkörper hergestellt und das Modul fixiert.

Abbildung 3: Montage des Smart1 mit Hilfe einer Schraube

Nach der Platzierung des Moduls auf dem Kühlkörper wird die Platine durch zwei Zentrierdome mit unterschiedlichen Durchmessern, welche ein um 180° verdrehtes Aufsetzen verhindern, exakt auf dem Modul positioniert.

Die elektrischen Kontakte werden dadurch in die vorgesehenen Bohrungen der Platine eingeführt. Anschließend wird der Gegenhalter, welcher ebenfalls über die beiden Zentrierdome mit unterschiedlichen Durchmessern genau über dem Modul positioniert wird, auf die PCB aufgelegt.

Eine zusätzliche, optische Verdrehsicherheit ist durch das Infineon Logo im Stahlteil des Gegenhalters und die große Bohrung auf der Moduloberseite gegeben: Bei exakter Montage stehen Bohrung und Logo auf der gleichen Seite übereinander. Die Bohrung kann zwar nach Aufsetzen der PCB nicht mehr gesehen werden, ist aber trotzdem, genau wie das eingeprägte Logo, für ein lagerichtiges montieren geeignet, da sowohl Kühlkörper als auch PCB in der Regel asymmetrisch aufgebaut sind.

Nun kann die Schraube über den Gegenhalter in den Verbund aus Gegenhalter, PCB, Modul und Kühlkörper eingeführt und verschraubt werden.

Durch die Verschraubung werden die elektrischen Kontakte in die PCB eingepresst und kontaktiert, sowie das Modul, PCB und Kühlkörper mechanisch miteinander fixiert. Bei der Verschraubung sind die nachfolgenden Hinweise zu beachten.

3.1 Verschrauben des Moduls

Die nachfolgenden Angaben dienen als Hilfestellung und sind immer eigenverantwortlich in der entsprechenden Anwendung zu überprüfen. Grundsätzlich ist beim Verschrauben des Moduls darauf zu achten, dass die PCB gegen ein Verdrehen gesichert wird.

Bezüglich der Auswahl der Schraube und entsprechender Anschraubmomente sind die in Tabelle 2 angegebenen Werte zu berücksichtigen.

Tabelle 2 Technische Daten der Befestigungsschraube

Beschreibung	Werte
Befestigungsschraube	M6 Senkkopfschraube 1)
Empfohlenes Anzugsdrehmoment	Ma = 8,5 ± 0.5Nm 2)
Empfohlene Festigkeitsklasse der Schraube	8.8
Empfohlene Einschraublänge	1,6 x d = 9,6mm 3)

1) gemäß ISO 14581 oder DIN7991.
2) Ermittelt für einen Reibkoeffizienten von μ=0.14 (Verschraubung sauber und trocken, Aluminium Kühlkörper, Schraube lt. ISO 14581, galv. verzinkt, Gewinde gerollt)
3) In Aluminium, gemäß Fachliteratur

Bei der Auslegung der Verschraubung ist wie üblich darauf zu achten, welcher Reibkoeffizient sich im Aufbau ergibt. Für die typische, saubere Paarung eines Aluminium Kühlkörpers mit einer galvanisch verzinkten, metrischen Schraube, ergibt sich ein Koeffizient von ~μ=0,14. Weicht der Wert im Aufbau davon ab, ist das Drehmoment entsprechend anzupassen. Eine mögliche Variation des Drehmoments entsprechend veränderter Reibkoeffizienten wird in Abbildung 4 gegeben.

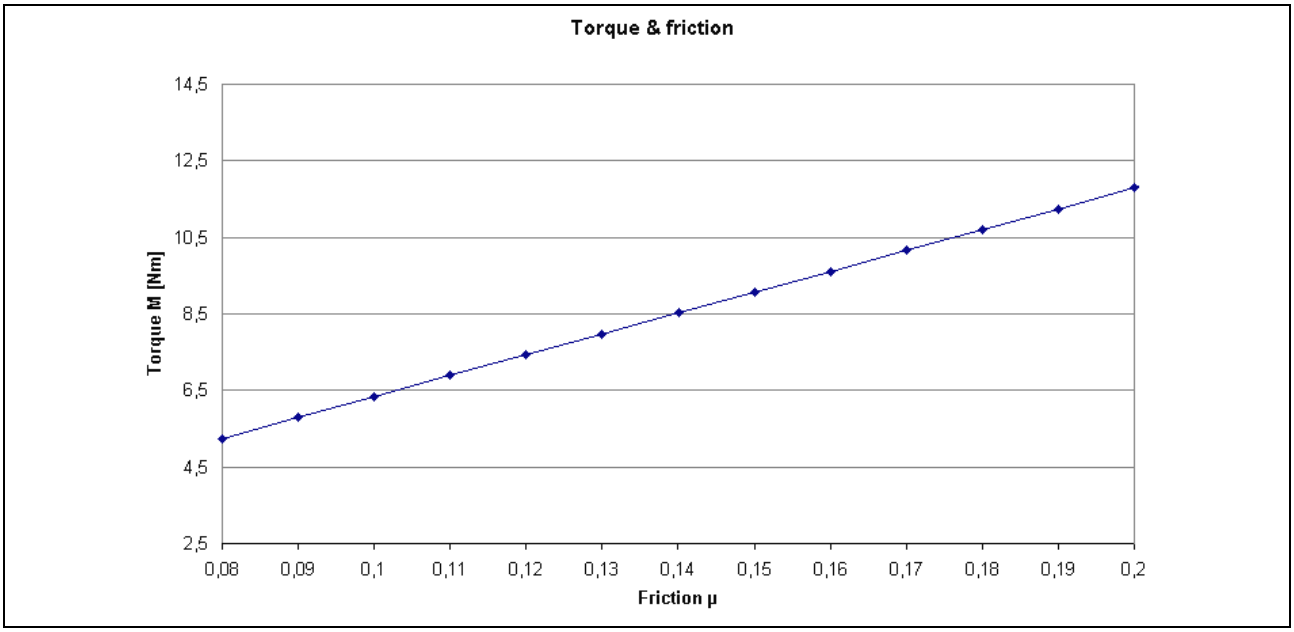


Abbildung 4: Drehmomentkennlinie als Funktion vom Reibwert

Der Abschluss der Modulmontage ist von außen daran zu erkennen, dass der äußere Rahmen des Smart-Moduls umlaufend auf dem Kühlkörper anliegt.

Bei einer sachgemäßen Montage des Moduls erzeugt die Schraube zusammen mit dem Gegenhalter den erforderlichen Anpressdruck des Moduls und gewährleistet zusammen mit der verwendeten Wärmeleitpaste einen geringen thermischen Widerstand und somit eine optimale Wärmeabfuhr.

Durch Relaxationen des Gehäuses geschieht eine Reduzierung des Drehmoments. Dies hat jedoch keinerlei Einfluss auf das thermische Verhalten des Moduls d.h. ein Nachziehen der Schraube ist in keinem Fall erforderlich und sollte auch nicht vorgesehen werden.

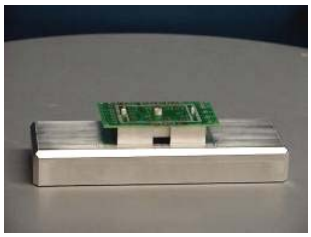
4 Der Auspressvorgang

Der Auspressvorgang kann auf zwei verschiedene Arten realisiert werden.

Eine Möglichkeit besteht in der Verwendung einer Presse in gleicher weise wie bei Easy- oder Econo PressFIT Modulen. Dabei wird das Modul inklusive Leiterkarte in eine Vorrichtung (Schale) gelegt. Mit Hilfe einer Ausdrückplatte der Presse wird dann auf die durchgepressten Pins, die durch die Leiterkarte ragen, eine Kraft ausgeübt. Damit werden die Pins aus der Platine ausgedrückt. Nachdem die PressFIT-Zone die PCB verlassen hat fällt das Modul in die Schale des unteren Werkzeugs und ist von der Leiterkarte getrennt.

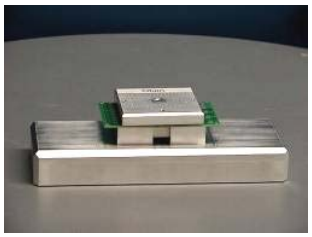
Eine zweite Möglichkeit nutzt das mittlere Loch zur Befestigung des Moduls. Dabei wird die Kraft zum Auspressen der Kontakte nicht durch eine Presse aufgebracht. Die benötigte Kraft wird in diesem Fall durch eine Schraube eingeprägt, welche durch eine Metallplatte, die PCB und das Modul in das Gewinde des unteren Werkzeugs geschraubt wird. Wie vorher auch, wird das Modul inklusive Leiterkarte in die Vorrichtung (Schale) gelegt. Mit Hilfe der Schraube wird dann die Metallplatte nach unten geschraubt und eine senkrechte Kraft auf die Kontakte ausgeübt. Damit werden die Pins aus der Platine ausgedrückt. Das Modul fällt dabei, wie oben auch, in die Schale des unteren Werkzeugs. Diese Demontagemöglichkeit ist besonders für den mobilen Service interessant, da keine schweren und sperrigen Apparaturen mitgeführt werden müssen.

Damit sichergestellt wird, dass bei einer Demontage das Gehäuse zusammen mit den PressFIT Kontakten entfernt werden kann ist beim Design der PCB auf ein gewisses Übermaß der Positionierungslöcher zu achten. Entsprechende Angaben zu den Bohrungstoleranzen finden sich im Maßbild des Datenblattes zum jeweiligen Modul.



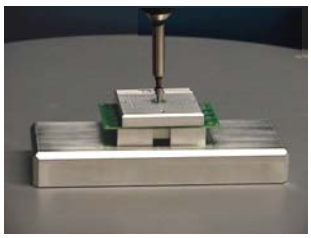
5. Schritt:

Das Modul inklusive PCB wird in die Aufnahme eingelegt.



6. Schritt:

Eine Metallplatte mit integrierten Löchern zur Aufnahme der Positionierungsdome und des Befestigungs-loches wird aufgesetzt



7. Schritt:

Durch einschrauben der oberen Metallplatte wird diese heruntergedrückt und presst senkrecht auf die Pins. So werden die Kontakte des Moduls aus der Leiterkarte ausgepresst. Das Modul fällt in die Schale des unteren Werkzeugs.



8. Schritt

Die Platine und das Modul können getrennt voneinander aus dem Werkzeug entnommen werden

Abbildung 5: Auspressvorgang eines Smart1 Moduls mit Hilfe einer Schraube

Beim Leiterkartendesign sind die Abmaße des Auspresstools zu berücksichtigen damit die platzierten Bauteile um das Modul nicht beschädigt werden können.

Für beide Werkzeuge können CAD-Zeichnungen angefordert werden. Damit besteht die Möglichkeit die Zeichnung nach den jeweiligen Bedürfnissen anzupassen und diese Werkzeuge bei einem beliebigen Hersteller fertigen zu lassen.

4.1 Auspresskräfte

Um das Modul aus der Leiterkarte auspressen zu können, muss für jeden Pin im Modul eine Kraft zwischen ca. 50N und 70N aufgebracht werden. Die Auspresskräfte hängen dabei vom Lochdurchmesser des Loches in der Leiterkarte ab.

5 Qualität von Einpressverbindungen

PressFIT ist eine attraktive Lösung zur Verbindung der Steuer- und Laststromanschlüsse von IGBT-Modulen mit einer Leiterkarte.
Die Anforderungen nach höherer Beständigkeit, dem Trend zu höheren Temperaturen, Bleifreiheit und einer vereinfachten Handhabbarkeit steigen stetig.
Mit der PressFIT-Technologie ist es erstmals möglich, für Leistungshalbleitermodule, die auf einer Platine montiert und kontaktiert werden, eine bis zu 100x höhere Zuverlässigkeit gegenüber von Hand gelöteten Kontakten oder anderen Kontaktarten anzubieten. (Ergebnisse lt. Zuverlässigkeitsuntersuchungen Norm SN 29500-5).

Der Montagevorgang ist einfach und spart somit Zeit und Geld. Er ist prozesssicher und die Reparaturfähigkeit des Systems ist gegeben.

Ein Ausschnitt aus der Siemens Norm SN 29500-5 / Edition 2004-06 Part 5 gezeigt in Tabelle3, verdeutlicht die Ausfallraten unterschiedlicher Verbindungstechnologien:

Verfahren	**Leiterquerschnitt in mm²**	**Ausfallrate λ_{ref} in FIT[1)]**	**Hinweise: Normen/Richtlinien**
Löten manuell maschinell	- 	0,5 0,03	IPC 610[2)], Klasse 2
Wirebonden für Hybridschaltungen Al Au		0,1 0,1	28 µm / Wetch – Bond 25 µm / Ball – Bond
Wickeln	0,05 bis 0,5	0,002	DIN EN 60352 – 1 / IEC 60352 – 1 CORR1
Crimpen manuell maschinell	0,05 bis 300	0,25	DIN EN 60352 – 2 / IEC 60352 – 2 A 1+2
Klammern	0,1 bis 0,5	0,02	DIN 41611 – 4
Einpressen	0,3 bis 2	0,005	IEC 60352 – 5
Schneid-Klemmen	0,05 bis 1	0,25	IEC 60352 – 3 / IEC 60352 – 4
Schrauben	0,5 bis 16	0,5	DIN EN 60999 – 1
Klemmen (Federkraft)	0,5 bis 16	0,5	DIN EN 60999 – 1
1) 1 FIT = 1 x 10^{-9} 1/h ; (Ein Ausfall pro 10^{9} Bauelementestunden) 2) Annahmebedingungen für gedruckte Schaltungen			

Tabelle 3 Ausfallraten verschiedener Verbindungstechnologien
Siemens Norm SN 29500-5 / Edition 2004-06 Part 5

Die Qualifikation des PressFIT Kontaktes wurde nach den üblichen Standards für IGBT-Module bei Infineon sowie den Anforderungen für einen Einpresskontakt durchgeführt.
In Abbildung 6 ist ein kleiner Auszug aus den verschiedenen Tests dargestellt. Der Ausschnitt zeigt auch, dass die Randbedingungen in den meisten Tests gegenüber der Norm verschärft wurden. Dies macht deutlich, wie robust das System gegenüber herkömmlichen Verbindungstechniken ist.

Als ein Beispiel sind hier die deutlich höher eingestellten Temperaturen oder die um 5-mal höheren Belastungen beim Schadgasttest zu nennen (H2S-Konzentration nach Norm 10ppm / H2S-Konzentration im Test 50ppm). In den grünen Feldern sind die Unterschiede zu den unkritischeren Forderungen der Standard Tests nach entsprechender Norm gezeigt

Test	Boundaries	Requirement	Amount
Microsections of contact	min. hole	No damages	6 contacts min hole
Press-in and push out forces	min. hole max. hole	The minimum and maximum push-outforce shall be specified by the manufacturer	7 contacts min hole 7 contacts max hole
Climatic sequence (contact resistance after different serial tests)			
TST	-40°C to **+125°C**; exposure time= 30min, 10 cycles	No relevant change of resistance	100 contacts min hole 100 contacts max hole
Damp cycling	16h dry heat **120°C**; 5 cycles: damp heat (12h; 25°C; 85%-93% and 55°C; 85-93%) -> 2h cold -40°C	resistance	
Dry heat	**120°C**; 1000h	No relevant change of resistance	
Flowing mixed gas corrosion	4-components-mixed gas; 240h: SO2: 0,2ppm H2S: 0,01ppm NO2: 0,2ppm Cl2: 0,01ppm	No relevant change of resistance	

standard is only 85°C

Sequential test! 2x 100 contacts have to pass all 4 tests in series!

* Example of Easy PressFIT

Einzelpin Qualifizierung nach IEC 60532-5

Module Qualification acc. to IEC 60749

Test	Boundaries	Requirement	Amount
H3TRB	1000h; 85°C; 85%RH; Vce 80V; **on PCB with online resistance observation***	No relevant change of resi 1000h	
TST	-40°C to +125°C; 50 cycles; **on PCB with online resistance observation***	No relevant change of resistance after 50 cycles	12 modules
Vibration	5g; **20g**; 5-200Hz; x=7.5mm; 10h/axis; **on PCB with online resistance observation***	No re of resi 10 hours	
PC (seconds)	Tjmax=150°C; ΔT ~100K; t_{on}=1.5sec / t_{off}=5sec **on PCB**	End of life (del. of silicon No re	
PC (minutes)	Tjmax=150°C; ΔT ~110K; t_{on}=9sec / t_{off}=30sec **on PCB with T_{max} ~105°C**	End o silicon); No rel.change of R	4 modules

Further Qualification acc. to IEC 60068

Corrosive gas test	**50ppm** H2S; **40°C**; **93% RH**; 17 days; **mounted on PCB**	No rel of resi 17 days	8 modules
salt mist (automotive conditions)	4 spray cycles: 2h spray period (15-35°C; 5% NaCl); storage 20h (38°C - 42°C; 93% RH); after 4 cycles 3 days drying (21°C - 25°C; 45%-55% RH); **mounted on PCB**	No relevant change of resistance after Test	8 modules

Standard is without PCB & R-online observ.

Standard is 5g & without PCB & R-online observ.

Adjusted to a PCB temperature of ~105°C

standard is without PCB @ 10ppm; 25°C; 70%-80% RH

standard is without PCB

* Online restistance observation in current free arms with ~1.3mV

* Example of Easy PressFIT

Modulqualifizierung nach IEC 60749 und 60068

Abbildung 6 Auszug aus Qualifizierungstest

Weitere Informationen zur Zuverlässigkeit von PressFIT Modulen können in verschiedenen Veröffentlichungen wie „Reliability of PressFIT connections unter www.infineon.com/highpower bezogen werden

6 Beschaffenheit des Kühlkörpers für die Modulmontage

Die im Modul entstehende Verlustleistung muss über einen Kühler abgeführt werden, um die in den Datenblättern spezifizierte höchstzulässige Temperatur im Schaltbetrieb (T_{vjop}) während des Betriebes nicht zu überschreiten. Die Beschaffenheit der Kühlkörperoberfläche im Bereich der Modulmontage ist von großer Bedeutung, da diese Verbindung zwischen Kühlkörper und Modul einen entscheidenden Einfluss auf die Wärmeabfuhr des Gesamtsystems hat.

Die Kontaktflächen, die Unterseite des Moduls und die Oberfläche des Kühlkörpers müssen frei von Beschädigungen und Verschmutzungen sein, um unzulässige mechanische Beanspruchung des Modulbodens und/ oder eine Erhöhung des thermischen Widerstandes zu vermeiden.

Anforderungen an den Kühlkörper:

- Oberflächenrauhigkeit ≤ 10 µm
- Oberflächenebenheit bezogen auf 100 mm Länge: ≤ 50 µm

Achtung1: Die Oberflächenebenheit des Kühlkörpers sollte über die gesamte Modulmontagefläche die o.a. Werte nicht überschreiten.

Achtung2: Eine Erhöhung der Schichtdicke der Wärmeleitpaste bewirkt eine Erhöhung des thermischen Widerstandes R_{th} zwischen Modulboden und dem Kühlkörper.

7 Aufbringen der Wärmeleitpaste

Bedingt durch die individuelle Oberflächenform (z.B. Rauhigkeit und Ebenheit) von Kühlkörper und Modulboden liegen diese nicht vollflächig aufeinander auf, so dass eine gewisse punktuelle Spaltbildung zwischen den beiden Komponenten nicht vermieden werden kann.

Um die in dem Modul auftretenden Verluste abzuführen und um einen guten Wärmefluß in den Kühlkörper zu ermöglichen, sind alle punktuellen Hohlräume mit Wärmeleitpaste zu füllen. Bei Verwendung von Wärmeleitpasten ist auf einen homogenen Auftrag besonderer Wert zu legen.

Eine optimal aufgebrachte Schicht füllt alle Spalte, sollte aber gleichzeitig nicht den metallischen Kontakt zwischen Modulboden und Kühlkörperfläche verhindern. Die Wärmeleitpaste sollte so gewählt werden, dass sie dauerelastische Eigenschaften aufweist um einen gleichbleibend guten Wärmeübergangswiderstand sicher zu stellen.



Abbildung 7: Montiertes Smart1 Modul mit austretender Wärmeleitpaste

Vor der Montage des Moduls auf den Kühlkörper ist daher eine Schicht Wärmeleitpaste homogen auf die gesamte Modulunterseite oder den Kühlkörper aufzubringen (z.B. durch Spachteln, Aufrollen oder Siebdruck). Eine ausreichende Menge Wärmeleitpaste ist dann aufgebracht, wenn ein wenig überschüssige Paste nach der Montage unter dem Modul herausquillt.

Handelsübliche Roller oder feine Zahnspachtel können zum Auftrag der Wärmeleitpaste benutzt werden. Dabei sollte eine gleichmäßige Schichtdicke der Wärmeleitpaste von typischerweise 50µm -100µm aufgetragen werden.

Empfehlenswert ist der Auftrag von Wärmeleitpaste im Siebdruckverfahren. Mit diesem Verfahren ist neben einer dem Modul individuell angepassten optimierten Wärmeleitpastenverteilung auch eine homogene und reproduzierbare Einstellung der Schichtdicke möglich

Eine durchschnittliche Schichtdicke von 50µm-70µm hat sich dabei als sinnvoll herausgestellt. Bei einer Schablonendicke von 0,08mm und den unten dargestellten Stegbreiten ergibt sich eine resultierende, durchschnittliche Schichtdicke von ca. 50µm ein. Durch die Hexagonale Form der Schablone sind die Fließwege der Wärmeleitpaste nahezu Symmetrisch, was eine optimale Verteilung fördert.

Bei Tests der unten dargestellten Siebdruckschablone mit verschiedenen Wärmeleitpasten hat sich ein gutes Verteilverhalten gezeigt. Die abgebildete Schablone ist ein Vorschlag, der immer eigenverantwortlich in der entsprechenden Anwendung zu überprüfen ist.

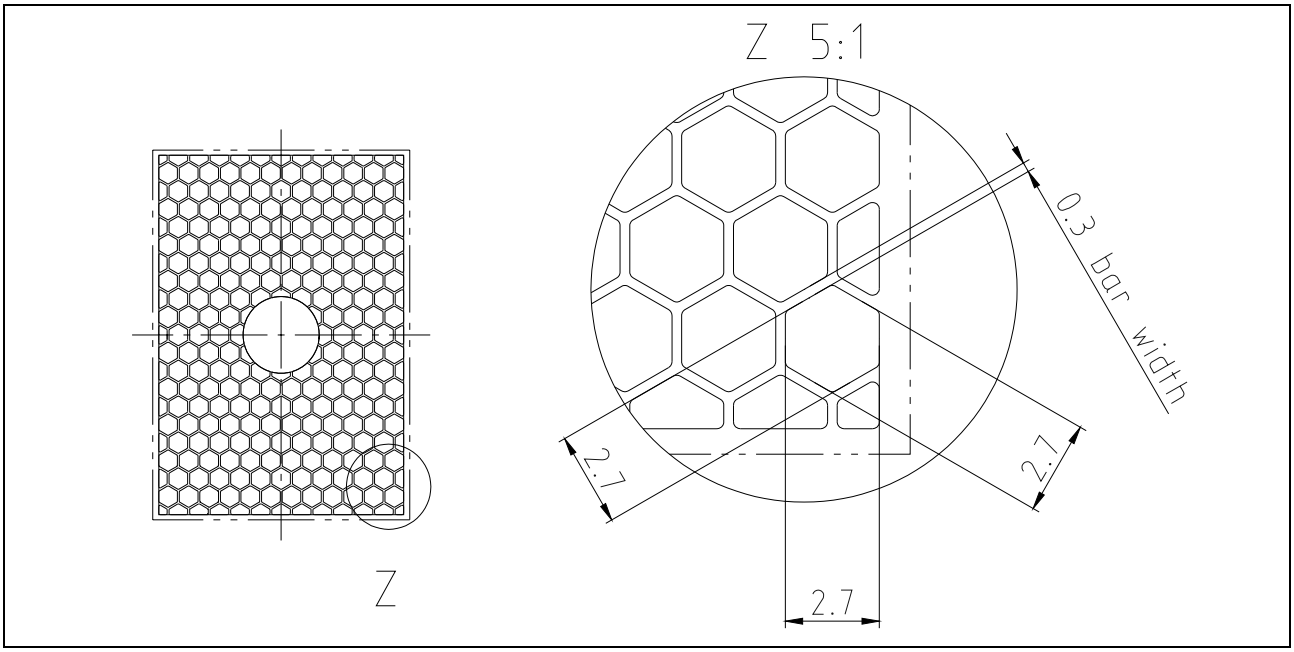


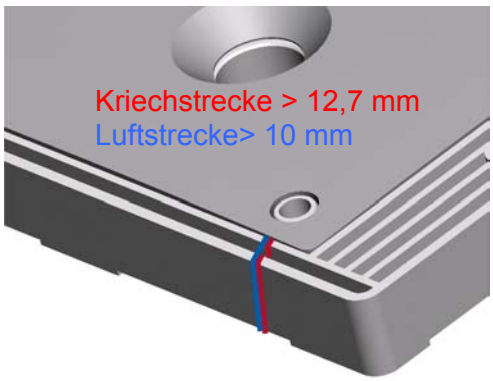
Abbildung 8: Zeichnung einer möglichen Siebdruckschablone

Die Schablone steht als CAD-Zeichnungen auf Anfrage zur Verfügung.

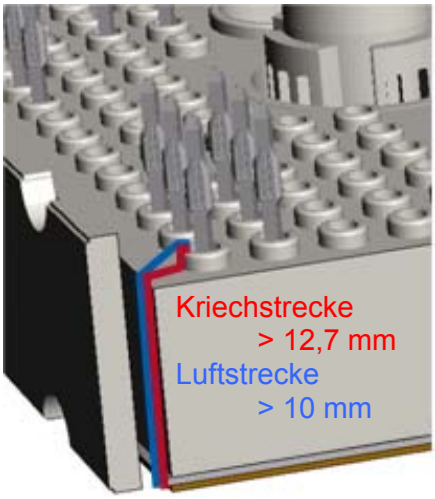
Weitere Hinweise zur Anwendung von Siebdruckschablonen zum Auftrag von Wärmeleitpaste finden Sie in der Application Note AN2006-02 Anwendung von Siebdruckschablonen.

8 Luft- und Kriechstrecken

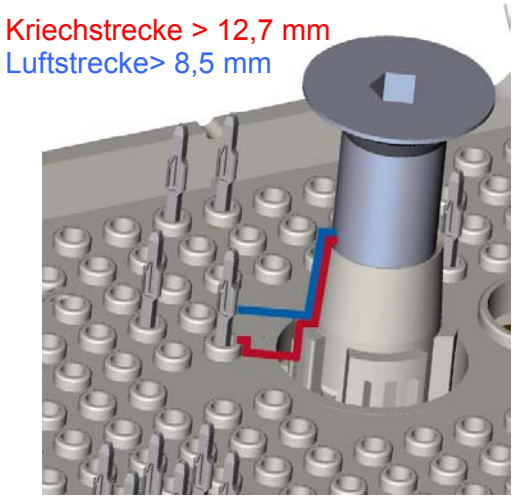
Bei der Entflechtung der Leiterplatte sind die applikationsspezifischen Normen, vor allem hinsichtlich der Luft- und Kriechstrecken zu beachten. Insbesondere im Bereich der Schraube ist dies zu berücksichtigen. Um hier den jeweiligen Applikationsanforderungen gerecht zu werden, sind ggf. in diesem Bereich elektrisch leitende Bauelemente oder Durchkontaktierungen zu vermeiden oder Maßnahmen zur Isolierung, z.B. durch Lackieren zu treffen.



Zeichnung 1: Kürzeste Strecke von der Metallplatte des Gegenhalters zur Platine



Zeichnung 2: Kürzeste Strecke eines Kontaktes zum Kühlkörper entlang des inneren Gehäuses



Zeichnung 3: Kürzeste Strecke von einem Kontakt zur Befestigungsschraube

Abbildung 9: Luft- und Kriechstrecken am Smart1

Durch Strukturen am Modul und dem Gegenhalter sind die Kriechwege länger im Vergleich zu den kürzesten Luftstrecken.

Das Gewinde der Befestigungsschraube wird durch den Gegenhalter, die PCB und das Modul in das im Kühlkörper verschraubt. Dadurch weist die Schraube sowie die Metallplatte des Gegenhalters automatisch das Potential des Kühlkörpers auf.

Zum ersten, möglichen Kontakt in der Nähe der Schraube ergibt sich, wie in Abbildung 9 dargestellt, ein Kriechweg von etwas mehr als 12,7mm (Rot).

Da die Oberseite der Platine einen Teil der Luftstrecke bildet, hängt diese von der verwendeten Platinedicken ab. Bei Platinen mit einer Stärke von 1,5mm liegt die Luftstrecke bei größer 8,5mm (blau)

Die in den Datenblättern angegebenen Luft- und Kriechstrecken sind Mindestwerte ohne Berücksichtigung weiterer Bauelemente, die in Modulnähe montiert sein können.

In jedem Fall sind die in der jeweiligen Anwendung vorkommenden Luft- und Kriechstrecken zu überprüfen, mit den Anforderungen aus den applikationsspezifischen Normen zu vergleichen und gegebenenfalls durch konstruktive Maßnahmen sicherzustellen.

9 Modulkennzeichnung

Alle SmartPIM1 und SmartPACK1 Module sind auf einer Stirnseite mit einem gelaserten Label gekennzeichnet. In diesem Label sind die wichtigsten Daten zum Modul, wie Modulbezeichnung oder Datecode wiederzufinden. Ein G vor den vier Ziffern des Datecodes weist auf die RoHS Konformität hin.

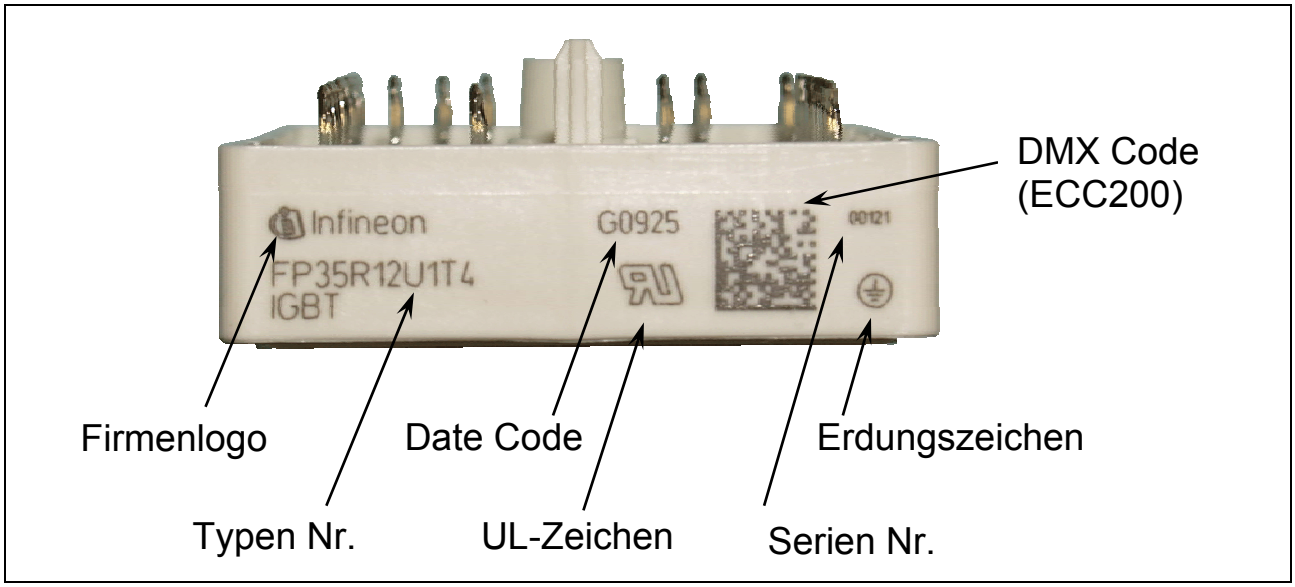


Abbildung 10: Modulkennzeichnung der Smart1 Module

Der DMX-Code (ECC200) enthält 23 Ziffern

- Ziffer 1 bis 5 Modul Seriennummer
- Ziffer 6 bis 11 SAP Material-Nr.
- Ziffer 12 bis19 Fertigungsauftragsnummer.
- Ziffer 20 und 21 Date code: Prod. Jahr
- Ziffer 22 und 23 Date code: Prod. Woche

10 Lagerung und Transport

Während des Transportes und der Lagerung des Moduls sind extreme Kräfte durch Schock oder Vibrationsbelastung genauso zu vermeiden wie extreme Umwelteinflüsse.

Die Lagerung der Module an den im Datenblatt spezifizierten Temperaturgrenzen ist möglich, wird jedoch nicht empfohlen.

Die empfohlene Lagerzeit von max. 2 Jahren sollte mit den empfohlenen Lagerbedingungen gemäß IEC60721-3-1, class 1K2 eingestellt werden.

Max. Lufttemperatur: $T_{maxLuft}$=+40°C

Min. Lufttemperatur: $T_{minLuft}$=+5°C

Max. rel. Luftfeuchtigkeit: φ_{max}=85%

Min. Rel. Luftfeuchtigkeit: φ_{min}=5%

Betauung: nicht erlaubt

Niederschlag: nicht erlaubt

Vereisung: nicht erlaubt

Ein Vortrocknen des Gehäuses vor dem Einpressprozess, wie er bei eingespritzten diskreten Bauteilen (z.B. Mikrocontroller, TO-Gehäusen, etc.) empfohlen wird, ist bei der PressFIT Modulen nicht erforderlich.

11 ESD Schutz

IGBT Module sind elektrostatisch empfindliche Bauelemente.

Um eine Zerstörung oder eine Anschädigung der Bauelemente durch statische Entladungen zu verhindern werden die Bauelemente gemäß den gültigen ESD Richtlinien in entsprechenden ESD geschützten Verpackungen geliefert.

Beim Hantieren der Bauelemente sollten Erdungsbänder getragen und die gültigen ESD Sicherheitsrichtlinien entsprechend berücksichtigt werden.

Die Einhaltung der Anforderungen an Infineon IGBT Module werden durch entsprechende Zuverlässigkeitsprüfungen und durch die anschließend in der Produktion durchgeführten 100% Prüfungen sichergestellt.

http://www.infineon.com

Published by Infineon Technologies AG