

1. Flachgehäuse: Flachgehäuse zählen zu den eher aufwändigen Bauformen in der Mikroelektronik. Oft bilden sie die Verpackung in der Multichiptechnik. Hier sind in nur einem Gehäuse mehrere Bauteile, meist Transistoren, zu einer Schaltung verknüpft. Dies ist sinnvoll, wenn es um eine möglichst enge Bauweise geht, z.B. in der Raumfahrt. Ein solches Gehäuse hat typischerweise Außenabmessungen von ca. 10 x 14 mm² bei einer Bauhöhe von etwa 4 mm. Es hat innen einen Keramikboden mit mehreren vergoldeten Metallinseln, darüber vergoldete Kovar-Durchführungen, 2x5 = 10 Stück, in eine Glasfritte eingeschmolzen. Darüber befindet sich, auf die Glasfritte aufgeschmolzen, ein Kovarrahrmen, gleichfalls vergoldet. Nach der Montage und Kontaktierung der Transistorchips auf den Metallinseln ist das Flachgehäuse zu verschließen. Hierzu dient ein Metalldeckel, gleichfalls aus vergoldetem Kovar (Bild 1). Die Schaltung lässt sich versiegeln z.B. mit einem Epoxi-Kleber, als Rahmen auf den Deckel gedruckt. Die hier besprochene andere Methode ist ein Zulöten der Schaltung mit einem Rahmen aus Lotfolie (Preform), ca. 20 µm dick.

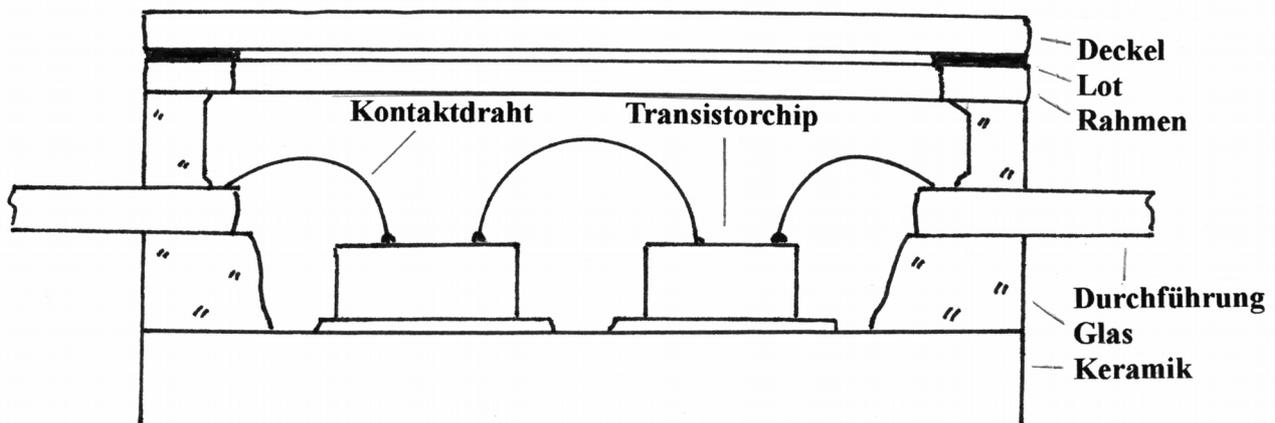


Bild 1: Querschnitt durch ein Flachgehäuse

2. Lot: Bewährt hat sich das Lot AuSn20 mit einem Schmelzpunkt von 280 °C. Dieses ermöglicht ein Zulöten des Gehäuses bei 320 °C, ungefährlich für die Transistorchips und zugleich genügend weit entfernt von den 220 °C beim späteren Anlöten der äußeren Anschlüsse.

3. Aufschmelzen: Wird die Preform auf einem Metalldeckel auf ca. 300 °C erhitzt, so schmilzt sie zwar, bildet aber ein kleines silbergraues Säckchen, ohne den Deckel zu benetzen. D.h. ohne ein geeignetes Flussmittel ist ein Löten an der Luft nicht möglich. Ein Flussmittel aber würde die Transistorchips gefährden.

Selbst beim Aufschmelzen in einer Stickstoffatmosphäre benetzt die Preform nur mangelhaft. D.h. die Preform ist bereits bei Anlieferung an der Oberfläche leicht oxidiert. Die Oxidhaut wird durch ein Eintauchen in Salzsäure für ca. 10 Sekunden abgeätzt. War die Oberfläche vorher matt silbern, so ist sie nach dem Eintauchen silberglänzend. Anschließend wird die Preform in destilliertem Wasser abgespült, dann bis zum Löten zum Luftabschluss in Alkohol gelagert.

4. Schutzgas beim Verschließen: Ein Neutralgas wie Stickstoff genügt meist beim Verschließen. Versuchsweise wurde auch Stickstoff mit 3 % Wasserstoff eingesetzt. Dieses sog. Formiergas ist noch nicht brennbar und sollte kleine Mengen Luftsauerstoff binden gemäß $2 \text{ H}_2 + \text{ O}_2 = 2 \text{ H}_2\text{ O}$. Die entstehende Feuchte lässt sich mit einem Trockenmittel aufnehmen. In einer auspumpbaren

Handschuhbox wurde dies untersucht. Hier ist eine Raumtemperatur von 20 °C für eine Reaktion zu niedrig. Erst in einem äußeren Kreislauf über eine Membranpumpe durch einen Platinkatalysator reagiert die Gasfüllung: Der Katalysator wird warm, das Trockenmittel nimmt Feuchte auf, die Preform benetzt beim Aufschmelzen besser. Vorteilhaft als Schutzgas ist auch Stickstoff mit einem Anteil Helium. Es gestattet nach dem Verschließen eine Dichtheitsprüfung mit einem Helium-Spürgerät (Massenspektrometer).

5. Verlöten in der Handschuhbox: Hierzu dient eine auspumpbare Plexiglasbox von ca. 60 cm Durchmesser mit abnehmbaren Oberteil, einstülpbaren Gummihandschuhen, einem Gummi-Ausgleichsack und einer für sich auspumpbaren Luftschleuse von 20 cm Durchmesser und 30 cm Länge. Die Box hat einen eingelegten Blechboden und an der Rückseite der Box Anschlüsse zum Abpumpen / Füllen sowie Durchführungen für elektrischen Strom (Bild 2). Mit der Plexiglasbox läßt sich auch das Aufschmelzverhalten von Loten unterschiedlicher Hersteller prüfen.

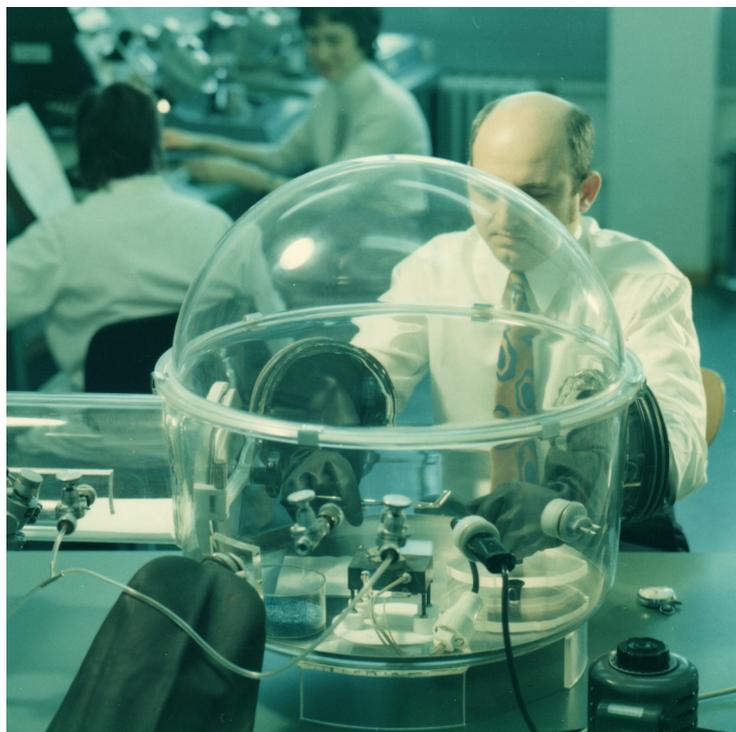


Bild 2: Verschließen in der Plexiglasbox

Für die Untersuchungen wird die Box ausgepumpt (zur Betriebssicherheit durch ein mitgeliefertes Zelt abgedeckt) und anschließend mit Schutzgas gefüllt. Als Wärmequelle in der Box dient eine elektrische Heizplatte, außen über einen Drehtrafo angeschlossen. Damit lässt sich die Temperatur der Heizplatte stufenlos einstellen, Messung mit einem Thermoelement. Die Heizplatte wird auf eine Oberflächentemperatur von 360 °C gestellt. In einem Vorversuch wird die Aufheizzeit gemessen, bis eine darauf gestellte Transportplatte an ihrer Oberfläche 320 °C heiß ist.

Außerhalb der Box werden mit einer Pinzette Gehäusedeckel und Preform auf die Markierung einer Transportplatte gesetzt, dann das Flachgehäuse mit der Öffnung nach unten, das Ganze mit einer Drahtfeder festgeklemmt (Bild 3). Die Feder drückt nur auf die Mitte des Gehäusebodens, ein etwaiger Keilfehler des Gehäuses stört somit nicht.

Die bestückte Transportplatte kommt in die Schleuse, nach dem Abpumpen und Füllen der Schleuse mit Schutzgas auf die Heizplatte. Nach der ermittelten Verschließzeit (ca. 20 Sekunden) wird die Transportplatte mit einer Zange von der Heizplatte genommen und auf einem Metallblock

abgekühlt. Mit dieser einfachen Methode lassen sich Flachgehäuse sicher verschließen. Mit mehreren Transportplatten auf einem Blech werden fünf bis zehn Gehäuse in einem Durchgang verlötet.

6. Verlöten mit einem Verschließgerät: Dieses hat gleichfalls eine Handschuhbox, bestehend aus einem Stahlrahmen mit Scheiben aus bruchsicherem Glas, sowie eine Schleuse. Eine Innenkammer trägt mehrere Heizröhmchen, die sich bei Stromdurchgang erhitzen. Hier sind Deckel, Preform und Gehäuse in der Handschuhbox auf die Heizröhmchen zu schichten, am einfachsten mit einer Saugpinzette. Für eine Serienfertigung ist das Bestücken in der Handschuhbox ungünstig. Diese wäre ggf. zu entfernen, die Innenkammer genügt.

Während des Verschließvorgangs drücken von oben Kühlfinger mit ebener Unterseite auf die Gehäuse. Sie halten die Gehäuse in Position, außerdem begrenzen sie die Temperatur der bestückten Gehäuseböden. In der Lieferausführung bewirken sie jedoch ein Auseinanderklaffen von Deckel und Boden, verursacht durch eine geringfügig unterschiedliche Höhe der Gehäuseseiten (Keilfehler von 10 bis 20 μm). Das wird ausgeglichen, indem der Stempel nur mittig auf dem Gehäuseboden aufsitzt, siehe Bild 4. Dazu ist ggf. der Andruck zu verringern, auch ist die Kühlwirkung geringer.

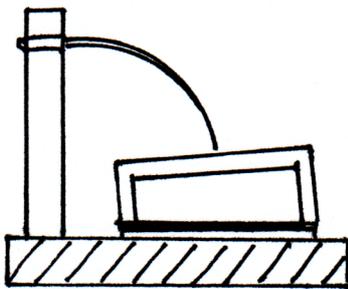


Bild 3: Transportplatte mit Flachgehäuse

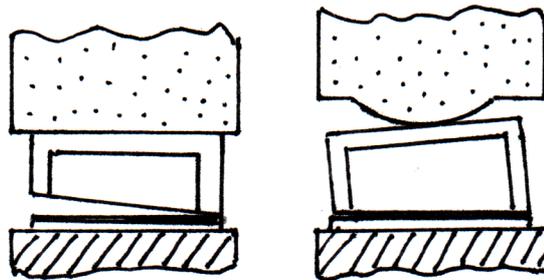


Bild 4: Spaltbildung infolge Keilfehler des Gehäuses links flächige, rechts punktförmige Auflage.

Die Innenkammer mit einem Volumen von ca. einem Liter senkt sich zu Beginn des Verschließvorgangs ab und trennt so die Gehäuse von der Umgebung. Zuerst wird die Kammer abgepumpt, dann mit Schutzgas gespült, schließlich mit Füllgas gefüllt. Die Heizröhmchen dürfen erst dann heiß werden, wenn das Füllgas strömt. Andernfalls bilden sich im flüssigen Lot Kanäle zwischen dem Gehäuseinneren und der Kammer. Bewährt hat sich ein gleichmäßiger Druckaufbau während des Füllens der Kammer mit Füllgas und dem Schmelzen des Lots. Hier steigt zeitgleich der Innendruck im Gehäuse.

7. Dichtheitsprüfung: Der erste Blick auf das zugelötete Gehäuse: Eine silberfarbene gleichmäßige Lötnaht. Ist die Fuge infolge Oxidbildung metallisch rot oder violett verfärbt, war die Temperatur höher als vorgesehen, zudem am flüssigen Lot doch kleine Mengen von Sauerstoff. Die zweite optische Prüfung erfolgt am optischen Stereomikroskop bei ca. 10facher Vergrößerung. Alles o.k.? Die Prüfung auf kleine Lecks erfolgt im Bad in einer 120 °C heißen nicht benetzenden Flüssigkeit. Enthält die Naht Kanäle, drückt das Füllgas aus dem Gehäuseinneren, zu erkennen als feine Blasenspur mit einem angeschlossenen Stereomikroskop bei 10facher Vergrößerung. Schließlich die Messung in der Kammer eines Heliumspektrometers: Wurde dem Füllgas Helium zugefügt, so gibt das Spektrometer Aufschluss über feinste Lecks.