

0 1000 2000 3000

1600°C

Vakuumlöten mit Haubenöfen

Elektronische Komponenten, die in Bereichen wie Luftfahrt oder Satellitentechnologie in extremen Umgebungen eingesetzt werden, müssen z. B. den Einflüssen von Vakuum oder sehr hohen Temperaturen standhalten. Um solche Komponenten zuverlässig zu fertigen ist die Verbindung von zwei ungleichen Materialien erforderlich.



FEATURES

- ▶ Flussmittelfreier Verbindungsprozess
- ▶ Keine Reinigung durch Chemikalien oder Sandstrahlen erforderlich
- ▶ Bleifreies Lot
- ▶ Sehr wirtschaftliche Methode
- ▶ Metall-Gas Wechselwirkungen werden in der HV/UHV Umgebung vollständig eliminiert
- ▶ Keine Absorption von Gasen aus der Atmosphäre
- ▶ Frei von Porosität
- ▶ Gefertigte Komponenten unter extremen Bedingungen einsetzbar (Vakuum, hohe Temperaturen)

Verbindung ungleicher Materialien

Solch eine Verbindung kann aus zwei Metallen bestehen oder sogar aus einem Isolator und einem Metall. Sie muss stark, temperaturresistent und für den Einsatz im Vakuum geeignet sein. Im Vakuum darf das sonst übliche Flussmittel nicht verwendet werden. Das Flussmittel soll verbleibende Oxide entfernen und die Oberflächenspannung reduzieren, damit sich die Oberflächen der zu verbindenden Stoffe leichter benetzen lassen. In einer Umgebung mit Vakuum oder hohen Temperaturen hat das Flussmittel schädliche Auswirkungen auf die elektronische Komponente. Es enthält Säure und Salze und wechselt aufgrund des hohen Dampfdrucks in die Gasphase. Durch die resultierende Kondensation des Flussmittels an den Isolatoren können sich leitfähige Bahnen bilden, die einen Kurzschluss verursachen und das Bauteil zerstören. Leider formen aber die aktivsten (und daher ätzenden) Flussmittel die stärksten Verbindungen. Einige Materialeigenschaften, wie z. B. Vakuumresistenz, können nicht in konventioneller Atmosphäre hergestellt werden, zumal sich unter diesen Bedingungen in der Verbindungsoberfläche immer Gaseinschlüsse befinden.

Diese Problematik lässt sich durch Vakuumlöten und Hartlöten lösen. Bei beiden Verfahren wird die Verbindung zwischen den ungleichen Stoffen durch ein drittes metallisches Material hergestellt, dem sogenannten Lot. Der Unterschied zwischen Löten und Hartlöten besteht darin, dass beim Löten (reversibel) die Adhäsion überwiegt, während beim Hartlöten (irreversibel) die Materialien diffundieren und dadurch eine viel stärkere Verbindung eingehen. Der Prozess läuft vollständig im Hochvakuum (HV) oder Ultrahochvakuum (UHV) ab. In dieser Umgebung findet keine Oxidation statt und es kann flussmittelfreies Lot eingesetzt werden. Damit sind die Anforderungen für Komponenten, die unter Vakuum eingesetzt werden, erfüllt.

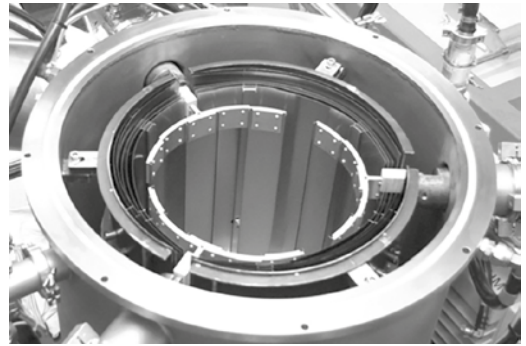
Vakuumlöten und Hartlöten

Für die Herstellung von Komponenten, die unter extremen Bedingungen funktionieren müssen wird ein spezieller Ofen benötigt. **Um die Wärmebehandlung unter Vakuum zu ermöglichen muss der Ofen absolut dicht sein.** Je nach eingesetztem Material und Lot **muss die Temperatur bis ca. 1200 °C anpassbar und so homogen und stabil wie möglich sein.** Das Protokollieren der Daten ist ein weiterer wichtiger Faktor: So müssen die ungleichen Materialien z. B. eine bestimmte Temperatur haben bevor sich das Lot verflüssigt. Daher sollte der Ofen die reproduzierbare Datenspeicherung ermöglichen.

CARBOLITE GERO's HBO Haubenöfen für Vakuumanwendungen (HV und UHV) erfüllen alle beschriebenen Anforderungen. Sie sind in einer Wolfram- oder Molybdän-Ausführung sowie mit Nutzvolumina von 10, 25 oder 60 Litern erhältlich. Je nach Kundenanforderung kann die Leckrate bis auf $< 10^{-3}$ mbar l/s reduziert werden; außerdem lassen sich die Öfen mit einem Hochvakuum-Pumpsystem ausstatten.

Im Vakuum kann der Wärmetransfer nur durch Wärmestrahlung erfolgen (Planck'sches Strahlungsgesetz). Zusammen mit der Heizergeometrie entsteht die beste Temperaturhomogenität, d. h. ein Temperaturgradient in der heißen Zone von $\pm 3^{\circ}\text{C}$.

Die thyristorgeregelte Leistungsversorgung der Heizzonen im HBO bietet hohe Temperaturstabilität, d. h. eine zeitliche Änderung der Temperatur von weniger als $\pm 1^{\circ}\text{C}$. Der vibrationsfreie Betrieb ermöglicht eine Verbindungsschnittstelle frei von jeglichen Gaseinschlüssen.



Blick in die Heizkammer eines HBO Ofens

Beispiele für elektronische Komponenten

- Komponenten für EDX Geräte
- Löten von Röhren / Laserröhren
- Flugzeugkomponenten
- Isolationen
- Platinen in Düsenflugzeugen
- Elektronenröhren

Anwendungsbeispiel

Navigationssysteme werden in Fahrzeugen, Mobiltelefonen und anderen elektronischen Geräten eingesetzt. Zu den gängigen Merkmalen zählen die Geschwindigkeitsmessung und eine metergenaue Positionsbestimmung. Die Daten für das Global Positioning System (GPS), auf dem die meisten Navigationssysteme basieren, werden von Satelliten übermittelt, von denen aktuell immerhin 31 die Erde umkreisen. In einer Höhe von 20.000 km bewegen sich die Satelliten im Vakuum und sind extremen Temperaturen ausgesetzt, denen auch die elektronischen Bauteile standhalten müssen. Das Vakuumlöten ist die effektivste Methode solche elektronischen Komponenten herzustellen, die auch unter extremen Bedingungen funktionieren.



Konventionelle Verbindung:
Deutlich erkennbare Gasverunreinigungen

Verbindung durch Vakuumlöten:
Kaum Verunreinigungen

Bildquelle: EADS Deutschland GmbH

CARBOLITE GERO Haubenöfen HBO-Serie

Die automatische Auf- und Abbewegung der Ofenhaube erleichtert das Be- und Entladen und den Zugang zur Probe. Der Vakuumkessel und die Stromdurchführungen sind wassergekühlt und jeder Wasserauslass wird zur Sicherheit temperaturüberwacht. Der Anwender gibt ein Wärmebehandlungsprogramm in eine Programmtabelle ein. Diese wird in die gespeicherte Programmsteuerung geladen und der Prozess läuft vollautomatisch und ohne Beaufsichtigung ab. Vor jedem Start durchläuft der Ofen ein kurzes Programm, welches eine Leck- und Druck-Prüfung beinhaltet.

HBO Öfen sind standardmäßig mit einer turbomolekularen Pumpe in Kombination mit einer Vorpumpe ausgestattet. Die Vibrationen des Pumpsystems sind vom HBO abgekoppelt. Vor dem Be- und Entladen wird der Ofen mit inertem Gas gespült, um eine besonders reine Atmosphäre zu erhalten.