

LCP-based Packaging of Microelectronics for Bio-Electronic Implants

Studiengang: BSc in Mikro- und Medizintechnik | Vertiefung: Medizintechnik
Betreuer: Gerhard Frédéric Kuert, Prof. Dr. Thomas Niederhauser
Experte: Dr. Marc Hauer (DYCONEX AG)
Industriepartner: DYCONEX AG, Bassersdorf

Die Herstellung alternativer bioelektrischer Implantate aus flüssigkristallinen Polymeren (LCP) resultiert in leichteren, flexibleren und dünneren Implantaten. Um deren Biokompatibilität zu garantieren, müssen die elektronischen Bauteile hermetisch dicht verkapselt werden. Das Ziel dieser Arbeit ist es, den Herstellungsprozess zu optimieren und die resultierende Verkapselung einem Stress-Test (soak-Test) sowie einer elektrischen Prüfung zu unterziehen.

Ausgangslage

Bei einer Neurostimulation werden durch elektrische Impulse Nerven gezielt innerviert. Die Neurostimulation soll mit Hilfe von implantierten Elektroden bei der Schmerztherapie eine alternative Symptombehandlung gegenüber üblichen Pharmazeutika ermöglichen. Das bioelektrische Implantat besteht hierbei aus Elektroden für die Neurostimulation und dem Implantat-Kopf (siehe Abb.): Eine Spule mit Kondensator für die kontaktlose Energieübertragung mittels Induktion und ein ASIC-Chip mit Kondensator für die Impuls-Generierung. Integriert und verbunden sind Implantat-Kopf und Elektroden über ein und dasselbe LCP-Substrat, was eine Patienten-spezifische und kaum fühlbare Platzierung im Körper ermöglicht.

Ziele

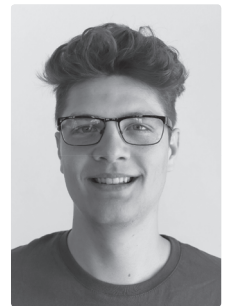
Ziel der Bachelor-Thesis ist die Entwicklung einer Methode zum Aufbringen der elektronischen Bauteile auf das Substrat und deren hermetisch dichten Verkapselung mit LCP, um die Biokompatibilität zu gewährleisten. Während der Verkapselung dürfen die elektronischen Bauteile nicht gelöst oder verschoben werden, um ihren Schutz vor dem Umgebungsmedium und die Funktionalität des Implantats zu gewährleisten. Nach der Verkapselung soll die Dichtigkeit in einem beschleunigten Belastungstest untersucht werden, wobei die elektrische Funktionalität vor der Verkapselung als Referenzwert betrachtet wird.

Vorgehen

DYCONEX AG stellt als Industriepartner das Substrat, den ASIC-Chip und die Verkapselungsmaterialien aus LCP zur Verfügung. Letztere setzen sich aus laser-geschnittenen LCP-Folien und spritzgussgefertigten LCP-Deckel zusammen. Bei der Bestückung der Substrate werden die elektronischen Bauteile mithilfe einer Dampfphasen-Lötanlage und einem Flip-Chip-Bonder aufgebracht und anschliessend elektrisch geprüft. Für die Verkapselung werden Substrate und Verkapselungsmaterial in eigens angefertigten Formen zusammengesetzt und mithilfe des Flip-Chip-Bonders verschmolzen. Bei diesem Prozess wird das Material mit variablem Druck komprimiert und mit einem Temperatur-Profil erhitzt. Die Funktionsbeständigkeit wurde elektrisch und mit Hilfe von Schliffbildern (Abb.) untersucht. Für den beschleunigten Belastungstest werden die verkapselten Substrate in einer 0.9 % NaCl-Lösung auf 62 °C erhitzt (soak-Test). Alle Samples wurden in regelmässigen Abständen elektrisch und auf ihre Dichtigkeit überprüft.

Resultate

Bei LCP-Deckeln verkapselten Substraten (ohne elektronische Bauteile) bestanden 4 von 5 Substraten den beschleunigten Belastungstest bei einer Dauer von 29.8 Tagen. Die Versuche mit LCP-Folien bestanden maximal 8 Tage im Belastungstest. Nach erfolgreichem Löten konnten elektrisch funktionierende Substrate mit LCP-Deckeln verkapselt (Abb. rechts) und im beschleunigten Belastungstest untersucht werden. Hierbei wiesen Samples von 1.6 bis zu 5.6 Tagen keine Zeichen eines Wassereintritts auf.



Matthias Pracht
pracht.matthias@gmail.com

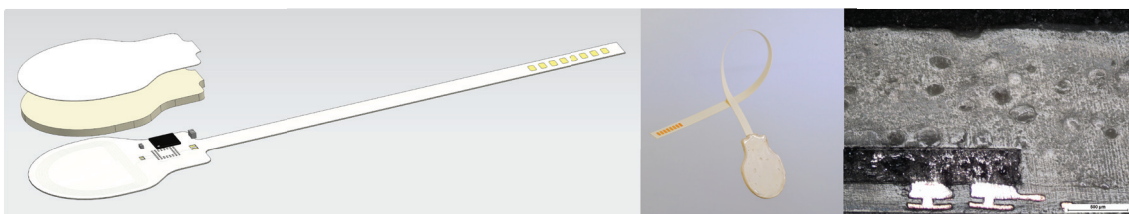


Abb. (l. nach r.): Schematischer Aufbau mit sichtbarer Spule, LCP-Deckel, Kondensatoren und ASIC-Chip. Vollständig verkapseltes Implantat. Schliffbild durch ASIC-Chip mit sichtbaren Substrat-Pads.