Medizin

Tobias Gottschalk

Analyse und Entwurfstruktur- und oberflächenoptimierter 3D-Mikroelektrodensysteme für die Neuroprothetik

Diplomarbeit

Examicus

BEI GRIN MACHT SICH IHR WISSEN BEZAHLT

- Wir veröffentlichen Ihre Hausarbeit, Bachelor- und Masterarbeit

- Ihr eigenes eBook und Buch - weltweit in allen wichtigen Shops

- Verdienen Sie an jedem Verkauf

Jetzt bei www.GRIN.com hochladen und kostenlos publizieren

GRIN

Diplomarbeit

Zur Erlangung des akademischen Titels Diplom – Gesundheitsökonom (FH)

Analyse und Entwurf struktur – und oberflächenoptimierter 3D – Mikroelektrodensysteme für die Neuroprothetik

Vorgelegt von

Tobias Werner Gottschalk

Hochschule Niederrhein
Fachbereich Wirtschaftsingenieurwesen und Gesundheitswesen
Studiengang Gesundheitswesen . Technische Medizinwirtschaft

Wintersemester 2004/2005

Zusammenfassung:
Die vorliegende Arbeit fasst den aktuellen Stand der Verwendung von Mikroelektroden zusammen und stellt die unterschiedlichen Elektrodenformen vor.
Weiter gilt besonderes Augenmerk den technischen und biologischen Anforderungen, die an Mikroelektrodensysteme gestellt werden, die als Bestandteile eines Implantats zur Stimulation von zentralen oder peripheren Nerven oder zur Ableitung von Nervensignalen vorgesehen sind.
Die gängigen Verfahren für die Fertigung von Mikroelektrodensystemen werden näher beleuchtet, insbesondere die wichtigen Prozesse der Elektronenstrahl – und der Maskenlithografie und darauf aufbauend die möglichen Beschichtungsverfahren. Dazu zählen auch die verwendeten Materialien für die Elektroden, wozu beispielhaft Forschungsergebnisse mit unterschiedlichen Ansätzen vorgestellt werden.
Abschließend werden verschiedene eigene Entwürfe für Mikroelektrodensysteme vorgestellt und die eigentliche Fertigung in ihren Einzelschritten dargestellt und dokumentiert.
Abschließend folgt ein Kostenvergleich der verschiedenen Fertigungsverfahren.

Abstract:
This work summarizes the current state of use of microelctrodes in medicine and introduces various forms of electrode systems.
Further are explained the technical and biological requirements for implanted neural recording and stimulating microelectrode systems.
The common ways of fabrication for microstructures are explained in particular the processes of E – Beam – Lithography and mask – lithography. Also explained are the various possible coating processes including different materials for the fabricating and coating of electrodes with examples from works with different approaches.
Basing on these works some new microelectrode designs are presented and the steps of manufacturing are described.
Finally the costs for the different forms of microstructure manufacturing are evaluated.

Inhaltsverzeichnis

I. Tabellenverzeichnis I

II. Abbildungsverzeichnis II

III. Abkürzungsverzeichnis IV

IV. Quellenverzeichnis V

1. Einleitung ..... - 1 -

2. Aktueller Stand der Technik ..... - 1 -

2.1. Aufbau und Verbindungstechnik ..... - 1 -

2.2. Anwendungsspezifische Ausleseelektrodensysteme ..... - 4 -

2.3. Anwendungsspezifische Stimulationselektrodensysteme ..... - 5 -

2.4. Kombinierte Auslese – und Stimulationselektrodensysteme ..... - 8 -

2.5. Anforderungen an implantierte Mikroelektroden ..... - 8 -

2.5.1. Biokompatibilität ..... - 8 -

2.5.2. Chemische Stabilität ..... - 11 -

2.5.3. Mechanische Stabilität ..... - 12 -

2.5.4. Übertragungskapazität ..... - 13 -

2.5.5. Widerstand ..... - 17 -

2.5.6. Aufnahmefähigkeit ..... - 18 -

2.6. Verwendete Fertigungstechniken für Mikrochips und Elektrodenträger ..... - 18 -

2.6.1. Lithografische Verfahren ..... - 19 -

2.6.2. Plasmaätzen ..... - 26 -

2.7. Beschichtungsverfahren ..... - 28 -

2.7.1. Verdampfungstechniken ..... - 28 -

2.7.2. Sputterverfahren ..... - 29 -

2.7.3. Chemische Abscheideverfahren ..... - 31 -

2.7.4. Galvanotechnik ..... - 32 -

2.7.5. LIGA – Technik ..... - 32 -

2.8. Elektrodenmaterialien ..... - 33 -

2.8.1. AIROF (Activated Iridium Oxide Film) ..... - 34 -

2.8.2. SIROF (Sputtered Iridium Oxide Film) ..... - 34 -

2.8.3. TIROF (Thermal Iridium Oxide Film): ..... - 35 -

2.8.4. EIROF (Electrodeposited Iridium Oxide Film): ..... - 35 -

2.8.5. Titannitridelektroden ..... - 35 -
2.8.6. Platinelektroden ..... - 36 -
2.9. Mikroelektroden ..... - 36 -
2.9.1. AIROF Elektroden ..... - 38 -
2.9.2. Vergleich von IrOx – und TiN – Elektroden ..... - 39 -
2.9.3. Elektrodenarrays auf Polyimidbasis ..... - 40 -
2.9.4. MEA auf Keramikbasis ..... - 42 -
3. Fertigung neuartiger Elektrodensysteme mit Hilfe der Elektronenstrahllithografie ..... - 43 -
3.1. Wichtige Faktoren der E – Beam – Lithografie ..... - 44 -
3.2. Das Elektronenmikroskop ..... - 45 -
3.2.1. Acceleration Voltage: ..... - 45 -
3.2.2. Filamenttemperatur und Heizstrom: ..... - 45 -
3.2.3. Beam Current: ..... - 46 -
3.2.4. Working Distance: ..... - 47 -
3.2.5. Magnification: ..... - 47 -
3.3. Einstellungen in der Software ..... - 47 -
3.3.1. Current Density: ..... - 48 -
3.3.2. File Name: ..... - 48 -
3.3.3. Koordinaten: ..... - 48 -
3.3.4. Write Field Size: ..... - 49 -
3.3.5. Area Dose: ..... - 49 -
3.3.6. Step Size: ..... - 49 -
3.3.7. Proximity – Effekt ..... - 50 -
3.4. Substratfaktoren ..... - 53 -
3.4.1. Beschichtung ..... - 53 -
3.4.2. Schichtdicke ..... - 53 -
3.4.3. Entwicklungszeit ..... - 54 -
3.4.4. Molekulargewicht ..... - 54 -
3.5. Entwurf der Elektrode ..... - 54 -
3.6. Vorbereitungen und Schreibvorgang ..... - 56 -
3.7. Grundsätzliche Auswertung und Begutachtung ..... - 57 -
3.8. Beurteilung einer gefertigten Elektrode ..... - 59 -
4. Kostenbetrachtung der Verfahren ..... - 62 -

5. Fazit ..... - 64 -
6. Ausblick ..... - 65 -

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Zusammenfassung der gesammelten Elektrodendaten ……- 37 -

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Stabelektroden / Transkutane Elektroden der Firma Medtronic ..... - 1 -
Abb. 2: Cuff – Elektrode der Firma NeuroTECH ..... - 2 -
Abb. 3: Chirurgische Elektroden der Firma Medtronic ..... - 3 -
Abb. 4: Schematische Darstellung einer Siebelektrode mit Nervenstumpf und regenerierten Axonfasern ..... - 3 -
Abb. 5: EEG mit Steckplätzen für Elektroden ..... - 4 -
Abb. 6: EEG – Nadelelektrode von Medtronic / Dantec..... - 5 -
Abb. 7: Schematische Lage eines Nervenschrittmachers/Painkillers ..... - 6 -
Abb. 8: „Freehand – System“ für tetraplegische Patienten ..... - 7 -
Abb. 9 : Starre Doppelschicht nach Helmholtz..... - 14 -
Abb. 10: Schematischer Aufbau einer Elektronenkanone ..... - 19 -
Abb. 11: Aufbau eines TEM mit Strahlengang bei kristalliner Probe,. ..... - 20 -
Abb. 12 Schematischer Ablauf der EUV – Lithografie ..... - 22 -
Abb. 13: Schematische Darstellung des E – Beam - Schreibvorganges ..... - 22 -
Abb. 14: Strahlsteuerung durch Rasterung (a) und Vektorielle Strahlsteuerung (b) ..... - 23 -
Abb. 15: Schreibverlauf bei Mäander - und Zeilenmodus ..... - 24 -
Abb. 16: Verfahren des Plasmaätzens..... - 27 -
Abb. 17: Grundlegende Reaktionen auf der Substratoberfläche..... - 30 -
Abb. 18: Schematische Darstellung einer Sputteranlage für das DC Sputtering ..... - 30 -
Abb. 19: Schematische Darstellung einer Anlage für das HF Sputtering..... - 31 -
Abb. 20: Ablauf des LIGA – Verfahrens (von links oben nach rechts unten)..... - 33 -
Abb. 21: Bruchflächenstruktur einer TiN – Beschichtung..... - 36 -
Abb. 22: REM Aufnahme einer AIROF – Mikroelektrodenspitze ..... - 38 -
Abb. 23: iNano Teststruktur..... - 44 -
Abb. 24: Öffnung eines Faraday Cups auf dem Probentischchen des Elektronenmikroskops..... - 47 -
Abb. 25: REM – Aufnahme zum Intraproximity – Effekt. ..... - 50 -
Abb. 26: Teststruktur zur Demonstration des Proximity – Effektes ..... - 51 -
Abb. 27: Darstellung der Substrukturen mit unterschiedlicher Strahlendosis zur Proximity - Korrektur ..... - 51 -
Abb. 28: Elektrodenentwürfe aus dem CAD – Programm ELPHY Quantum..... - 55 -
Abb. 29: Teilausschnitt der iNano – Teststruktur mit zusammengewachsenen Strukturen- 57 -