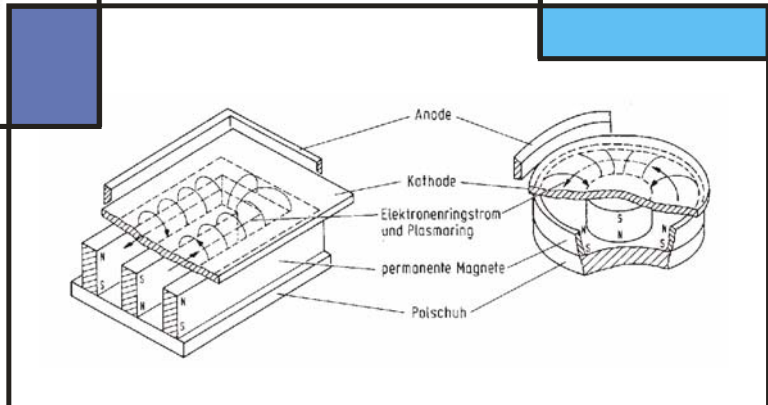
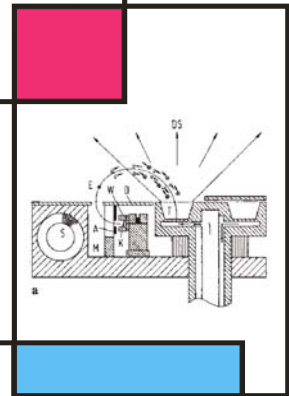
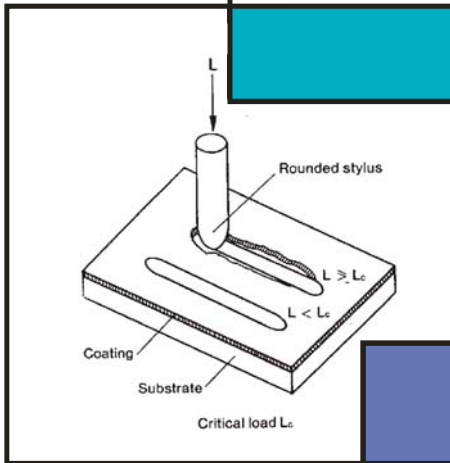
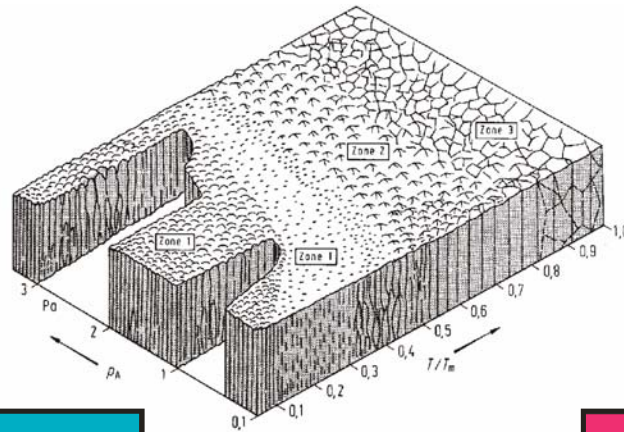
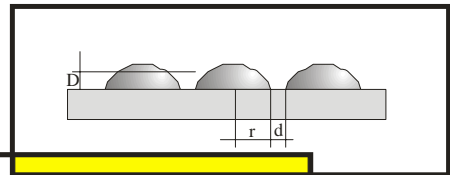
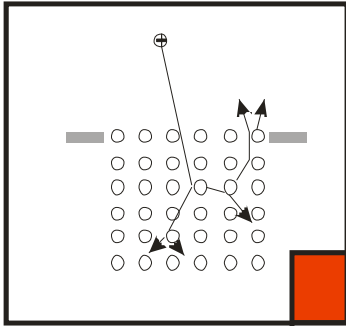


"Technologie Dünner Schichten" "Physik Dünner Schichten"

Dr. A. Bergauer, Dr. C. Eisenmenger-Sitzauer
LVANr.: 138.030, 138.032



"Technologie Dünner Schichten"

"Physik Dünner Schichten"

Inhaltsverzeichnis:

Vorwort

1. Einführung

- 1.1. Allgemeines
- 1.2. Historische Entwicklung
- 1.3. Begriffsdefinition
- 1.4. Anwendungsgebiete der Dünnschichttechnologie
- 1.5. Beschichtungsverfahren - Ein Überblick
- 1.6. Schichtdicken - Beschichtungsraten

2. Beschichtungsverfahren

- 2.1. PVD (Physical Vapour Deposition)
 - 2.1.1. Bedampfungstechniken
 - 2.1.1.1. Einleitung
 - 2.1.1.2. Grundlagen des Bedampfungsprozesses
 - 2.1.1.3. Verdampfungsquellen
 - 2.1.1.4. Aufdampfmaterialien
 - 2.1.1.5. Spezielle Aufdampfverfahren
 - 2.1.2. Kathodenzerstäubung (Sputtern)
 - 2.1.2.1. Einleitung
 - 2.1.2.2. Grundlagen des Sputterprozesses
 - 2.1.2.3. Praktische Aspekte der Sputtertechnologie
 - 2.1.3. Ionenplattieren
 - 2.1.3.1. Einleitung
 - 2.1.3.2. Wirkungen des Teilchenbeschusses auf Interface- und Schichteigenschaften
 - 2.1.3.3. Praktische Aspekte des Ionenplattierens
- 2.2. CVD (Chemical Vapour Deposition)
 - 2.2.1. PACVD (Plasma Assisted Chemical Vapour Deposition)
 - 2.2.1.1. Einleitung
 - 2.2.1.2. Praktische Aspekte des PACVD

- 2.3. Weitere Beschichtungsverfahren
 - 2.3.1. Plasmapolymerisation
 - 2.3.2. Elektrochemische und chemische Abscheidung
 - 2.3.2.1. Einleitung
 - 2.3.2.2. Grundlagen der galvanischen Abscheidung
 - 2.3.2.3. Praktische Aspekte
 - 2.3.2.4. Anwendungen
 - 2.3.2.5. Grundlagen der anodischen Oxidation
 - 2.3.2.6. Grundlagen der chemisch-reduktiven Abscheidung
 - 2.3.3. Thermische Spritzverfahren
 - 2.3.3.1. Einleitung
 - 2.3.3.2. Praktische Aspekte der thermischen Spritzverfahren
 - 2.3.3.3. Anwendungen
 - 2.3.4. Auftragschweißen und Plattieren
 - 2.3.4.1. Einleitung
 - 2.3.4.2. Praktische Aspekte
 - 2.3.5. Schmelztauchen
 - 2.3.5. Emulsionen und Pasten

3. Schichtaufbau, Schichtwachstum

- 3.1. Einleitung
- 3.2. Theorie
 - 3.2.1. Atomistische Elementarprozesse an Oberflächen
 - 3.2.2. Kondensationsregimes
 - 3.2.2.1. Komplette Kondensation
 - 3.2.2.2. Inkomplette Kondensation
 - 3.2.3. Keimbildung (Nukleation)
 - 3.2.3.1. Allgemeines
 - 3.2.3.2. Tröpfchen-Modell
 - 3.2.3.3. Teilchen-Modell
 - 3.2.4. Schichtwachstum
 - 3.2.4.1. Wachstumsmoden
- 3.3. Weiterführende Konzepte zur Beschreibung des Beschichtungsvorganges
 - 3.3.1. Ratengleichungen
 - 3.3.2. Kinetische Monte-Carlo-Simulationen: Lokale Effekte und Oberflächendefekte
 - 3.3.3. Abschließende Bemerkungen

4. Schichteigenschaften, Schichtcharakterisierung

4.1. Schichtdicke

4.1.1. Einleitung

4.1.2. Gravimetrische Methoden

4.1.2.1. Allgemeines

4.1.2.2. Wägung

4.1.2.3. Schwingquarz-Methode

4.1.2.4. Mikrowägung

4.1.2.5. Dosierte Massenzufuhr

4.1.3. Optische Methoden

4.1.3.1. Allgemeines

4.1.3.2. Photometer-Methode

4.1.3.3. Tolansky-Interferometer

4.1.3.4. FECO-Methode

4.1.3.5. Weitere optische Dickenmeßgeräte

4.1.4. Direkte Methoden

4.1.4.1. Allgemeines

4.1.4.2. Stylus-Methode

4.1.4.3. Messung mit dem Licht- und Elektronenmikroskop

4.1.5. Schichtdickenbestimmung mittels elektr. oder magnet. Größen

4.1.5.1. Widerstandsmethode

4.1.5.2. Kapazitätsmethode

4.1.5.3. Wirbelstrommethode

4.1.5.4. Magnetische Meßmethode

4.1.6. Dicken-Messung nach Teilchen-Wechselwirkung

4.1.6.1. Verdampfungsraten-Monitor

4.1.6.2. Weitere Methoden

4.2. Schichtrauhigkeit

4.2.1. Einleitung

4.2.2. Rauigkeitstypen

4.2.2.1. Stochastische Rauigkeit

4.2.2.2. Selbstähnliche Oberflächen

4.2.2.3. Porenbildung und nicht "Solid-on-Solid"-Oberflächen

4.2.2.4. Welligkeiten und definierte Strukturen

4.2.3. Rauigkeitsmessung

4.2.3.1. Stylus- oder Sondenmethoden

4.2.3.2. Optische Methoden und Streuung

4.2.4. Quantifizierung von Rauigkeiten

4.2.4.1. Globale Messgrößen

4.2.4.2. Korrelationsfunktionen

4.2.4.3. Methoden auf der Basis von Fourieranalysen

4.3. Mechanische Eigenschaften

4.3.1. Einleitung

4.3.2. Strukturzonen-Modelle

4.3.2.1. Allgemeines

4.3.2.2. Modell nach Movchan und Demchishin

4.3.2.3. Thornton-Modell

4.3.3. Inkorporation von Fremdatomen

4.3.4. Innere Spannungen

4.3.4.1. Allgemeines

4.3.4.2. Messung der Inneren Spannungen

4.3.5. Haftfestigkeit

4.3.5.1. Allgemeines

4.3.5.2. Interface zwischen Substrat und Schicht

4.3.5.3. Vorbehandlung der Substrate

4.3.5.4. Messung der Haftfestigkeit

4.3.6. Reibung und Verschleiß

4.3.7. Duktilität

4.3.8. Härte

4.3.8.1. Allgemeines

4.3.8.2. Mikrohärtemessung

4.4. Elektrische Eigenschaften

4.4.1. Einleitung

4.4.2. Definition und Messung

4.4.3. Theoretische Grundlagen

4.4.3.1. Leitfähigkeit durchgehender dünner Schichten

4.4.3.2. Elektrische Leitfähigkeit in diskontinuierlichen Schichten

4.4.4. Praktische Aspekte

4.4.4.1. Allgemeines

4.4.4.2. NiCr-Widerstandsschichten

4.4.4.3. Cermet-Widerstandsschichten

4.4.4.4. Halbleiter-Schichten

4.4.4.5. Magnetische Schichten

4.5. Optische Eigenschaften

4.5.1. Einleitung

4.5.2. Theorie

4.5.2.1. Fresnelsche Formeln

4.5.3. Reflexionsmindernde Schichten

4.5.3.1. Einfachschicht

4.5.3.2. Doppelschicht

4.5.3.3. Drei- und Mehrfachschichten

4.5.4. Reflexionserhöhende Schichten

4.5.4.1. Metallspiegel

4.5.4.2. Vielschichtsysteme

4.5.5. Spezialfilter

4.5.5.1. Fabry-Perot-Filter

4.5.5.2. Kantenfilter

4.5.6. Prüfung optischer Schichten

4.5.6.1. Allgemeines

4.5.6.2. Prüfverfahren

4.6. Chemische Zusammensetzung

4.6.1. Einleitung

4.6.2. Elektronenstrahl-Mikroanalyse (EPM)

4.6.3. Auger-Elektronenspektroskopie (AES)

4.6.4. Photoelektronenspektroskopie (ESCA)

4.6.5. Sekundärionen-Massenspektroskopie (SIMS)

4.6.6. Sekundärionen-Neutral-Massenspektroskopie (SNMS)

4.6.7. Ionen-Streuspektroskopie (ISS)

4.6.8. Rutherford-Rückstreuspektroskopie (RBS)

Vorwort:

Das vorliegende Skriptum basiert auf den Unterlagen zur Vorlesung "Physik und Technologie Dünner Schichten". Die Grundversion wurde von Dr. Anton Bergauer im Jahre 1993 verfasst. Ab 2000 wurde das Skriptum regelmäßig von Dr. Christoph Eisenmenger-Sittner aktualisiert. Mit Beginn des Studienplanes 2006 wurde die vierstündige Vorlesung "Physik und Technologie Dünner Schichten" in zwei alleinstehende, zweistündige Vorlesungen, "Technologie Dünner Schichten", LVA 138 030 und "Physik Dünner Schichten", LVA 130 032, aufgeteilt. Gemeinsam umfassen diese beiden Lehrveranstaltungen den gesamten Stoff dieses Skriptums. Die Unterscheidung zwischen den Vorlesungsinhalten wird im Skriptum durch Schrifttypen wie folgt gekennzeichnet.

Inhalte, welche die LVA 138 030, "Technologie Dünner Schichten" betreffen, sind im Schrifttyp "Areal" gehalten. Die Vorlesung umfasst die wesentlichen Technologien der Schichtabscheidung aus der gasförmigen und flüssigen Phase sowie die wichtigsten Methoden zur Charakterisierung dünner Schichten im Hinblick auf z. B. Dicke, mechanische, elektrische und optische Eigenschaften. Auch die wichtigsten Anwendungen dünner Schichten werden diskutiert. Die Vorlesung zielt insbesondere auf Studierende im Baccalaureatsstadium ab und verzichtet weitgehend auf eine tiefere Analyse der präsentierten Verfahren und Methoden.

Inhalte, welche die LVA 130 032, "Physik Dünner Schichten" betreffen, sind im Schrifttyp "Areal kursiv" gehalten. Die Vorlesung befasst sich mit den der Schichtabscheidung und Schichtbildung zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien. Es werden die physikalischen Grundlagen der Vakuumtechnik, die Freisetzung von Atomen aus Festkörpern durch thermische oder mechanische Prozesse sowie die Elementarprozesse der Schichtabscheidung aus der Gasphase diskutiert. Weiters werden die Gründe erörtert, warum sich die mechanischen, elektronischen und optischen Eigenschaften dünner Schichten von denen des dreidimensionalen Festkörpers unterscheiden. Die Vorlesung zielt auf Studierende im Diplom (Master) Stadium ab und setzt daher eine gewisse Vertrautheit mit weiterführenden mathematischen und physikalischen Methoden (z. B. Verteilungsfunktionen, Transporttheorie, Thermodynamik) voraus.

Inhalte, welche in beiden Vorlesungen behandelt werden (diese Teilmenge wurde naturgemäß so weit als möglich beschränkt, kann aber nicht ganz vermieden werden) sind schlussendlich im Schrifttyp "Times New Roman" gehalten.

Im Rahmen einer Überarbeitung im Jahre 2017 wurden Hinweise für weiterführende Literatur in den Text eingearbeitet, um dem Leser das Aufsuchen relevanter Literaturstellen aus grundlegenden Werken zur Dünnschichttechnologie zu erleichtern. Es wurde darauf geachtet, die Anzahl der Sekundärliteratur gering zu halten, so dass für das Auffinden von Originalzitate die im jeweiligen Text gegebenen Referenzen herangezogen werden sollten.

Wien, August 2017
C. Eisenmenger-Sittner