Zeitschrift: Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft
Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft
Band: 87 (1994)

Artikel: Dünnschichtverfahren zur Erzeugung optischer Datenträger
Autor: Strasser, Gregor
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-832732

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

87. Band | Seiten 313–318 | 3 Abbildungen | St.Gallen 1994

Dünnschichtverfahren zur Erzeugung optischer Datenträger

Gregor Strasser

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 313
1. Einleitung 314
2. Dünnschichtverfahren für die verschiedenen Datenträger 314
3. Sputtern der dielektrischen Schichten 316
Literaturverzeichnis 318

Zusammenfassung

Dünnschichtverfahren spielen eine Schlüsselrolle bei der Herstellung von optischen Datenspeichern. Zur Erzeugung von funktionellen Schichten auf CDs, einmal beschreibbaren Disks oder schreib-löschbaren Datenträgern hat sich die Kathodenzerstäubung mit Planar Magnetron Quellen durchgesetzt. Um auf diesem Gebiet eine weltweit führende Stellung zu erringen, und um diese aufrechtzuerhalten, sind permanente Innovationen bei der Prozesstechnologie und bei Systemkonzepten unabdingbar.

Gregor Strasser, Balzers AG, FL-9496 Balzers

1. Einleitung

Optische Datenträger werden heute in vielen Bereichen des täglichen Lebens eingesetzt. Im Audio- und Videobereich haben sich die Compact Disc (CD) und die Laser Disk (LD) zu echten Massenprodukten entwickelt. 1993, nur 10 Jahre nach der Markteinführung der CD, wurden weltweit 1.5 Milliarden CDs und 80 Millionen LDs hergestellt.

Das Gebiet der optischen Datenspeicher befindet sich in einer dynamischen Entwicklung. Neue Formate erschliessen neue Einsatzmöglichkeiten. Mit der 64 mm MiniDisc, welche Ende 1992 von Sony eingeführt wurde, können bis zu 74 Minuten Musik in Digitalqualität aufgezeichnet werden. Durch Fortschritte in der Datenkompressionstechnik lassen sich bereits heute 74 Minuten Full-Motion Video in VHS-Qualität auf eine CD (CD-I, CDV...) aufzeichnen.

Attraktive Anwendungen für optische Speicherplatten eröffnen sich auch bei der Verarbeitung von Daten. Der Markt für CD-ROM wächst unglaublich rasch (150%), weil Floppy Disks bereits für die heutigen Standard-Windows Programme zu wenig Speicherkapazität bieten. Im Multimedia-Zeitalter, wo sich die Grenzen zwischen Audio, Video und sonstigen Daten immer mehr verwischen und der Speicherbedarf rasant wächst, eröffnen sich grosse Chancen für kostengünstige Speichermedien hoher Kapazität wie MD-Data, 3½" MO Disks (128 MByte), CD-R, Photo CD oder andere. Der geschätzte weltweite Bedarf an Speicherkapazität bis zum Jahr 2000 beträgt $2.5 \cdot 10^{18}$ Byte, was 25 000 Milliarden 1.4 MByte Floppy Disks oder 12 Milliarden Tonnen Papier entspricht. Beide Zahlen veranschaulichen den Bedarf an kostengünstigen Speichermedien hoher Dichte, zu denen die optischen Disks zählen.

2. Dünnschichtverfahren für die verschiedenen Datenträger

Der heute übliche Replikationsprozess von optischen Datenträgern aus Kunststoff besteht aus folgenden Produktionsschritten: Spritzguss der Kunststoffplatte, Dünnschichtabscheidung, Aufbringen des Schutzlackes, Bedrucken und Verpacken. Zur Abscheidung der dünnen Schichten für optische Datenspeicher hat sich heute die Kathodenzerstäubung (Sputtern) mit Planar Magnetrons (THORNTON, 1982) durchgesetzt. Die Gründe dafür sind die guten funktionellen Eigenschaften der so erzeugten Schichten und die leichte Automatisierbarkeit dieses Verfahrens.

Entsprechend gehen die Entwicklungs- und Forschungsanstrengungen in zwei Richtungen: Innovationen bei der Prozesstechnologie (etwa zur Erzeugung von defektarmen dielektrischen Schichten) und die Entwicklung von neuen, hochproduktiven Systemkonzepten.

Optische ROMs: Sputterschichten für optische ROMs, zu denen die Compact Disc zählt, haben nur die Funktion einer Spiegelschicht für den Abtastlaser. Für diesen Zweck werden heute korrosionsbeständige Aluminiumlegierungen verwendet. Eine CD-Oberfläche, deren schematischer Aufbau sowie das Prinzip der Informationsabtastung ist in Abb. 1 dargestellt. Triebfeder für Entwicklungen bei CD-Produktionssystemen sind beständig steigende Anforderungen an die Produktivität, wie sie für einen Markt mit einem Produktionsvolumen von mehr als 1.5 Milliarden Einheiten typisch sind. Aus Abb. 2 kann man entnehmen, dass die Produktlebensdauer für eine Modellreihe bei CD-Metallisieranlagen maximal 3 Jahre beträgt. Daneben wird auch innerhalb einer Modellreihe die Leistung laufend verbessert, so dass der ganze Beschichtungszyklus für eine CD heute nur 1.8 Sekunden dauert. Dazu mussten speziell auf diesen Einsatz optimierte Systemkonzepte

(STRASSER, 1993) und Planar Magnetrons mit einer Aluminiumabscheiderate von 90 nm pro Sekunde entwickelt werden.

Während die Beschichtung von CDs, abgesehen von den erforderlichen Raten, keine schwierigen Ansprüche an die Prozesstechnologie stellt, ist die Sputter-Beschichtung von Laser Discs anspruchsvoll. Konventionell gesputtertes Aluminium haftet nicht auf PMMA, dem Material der

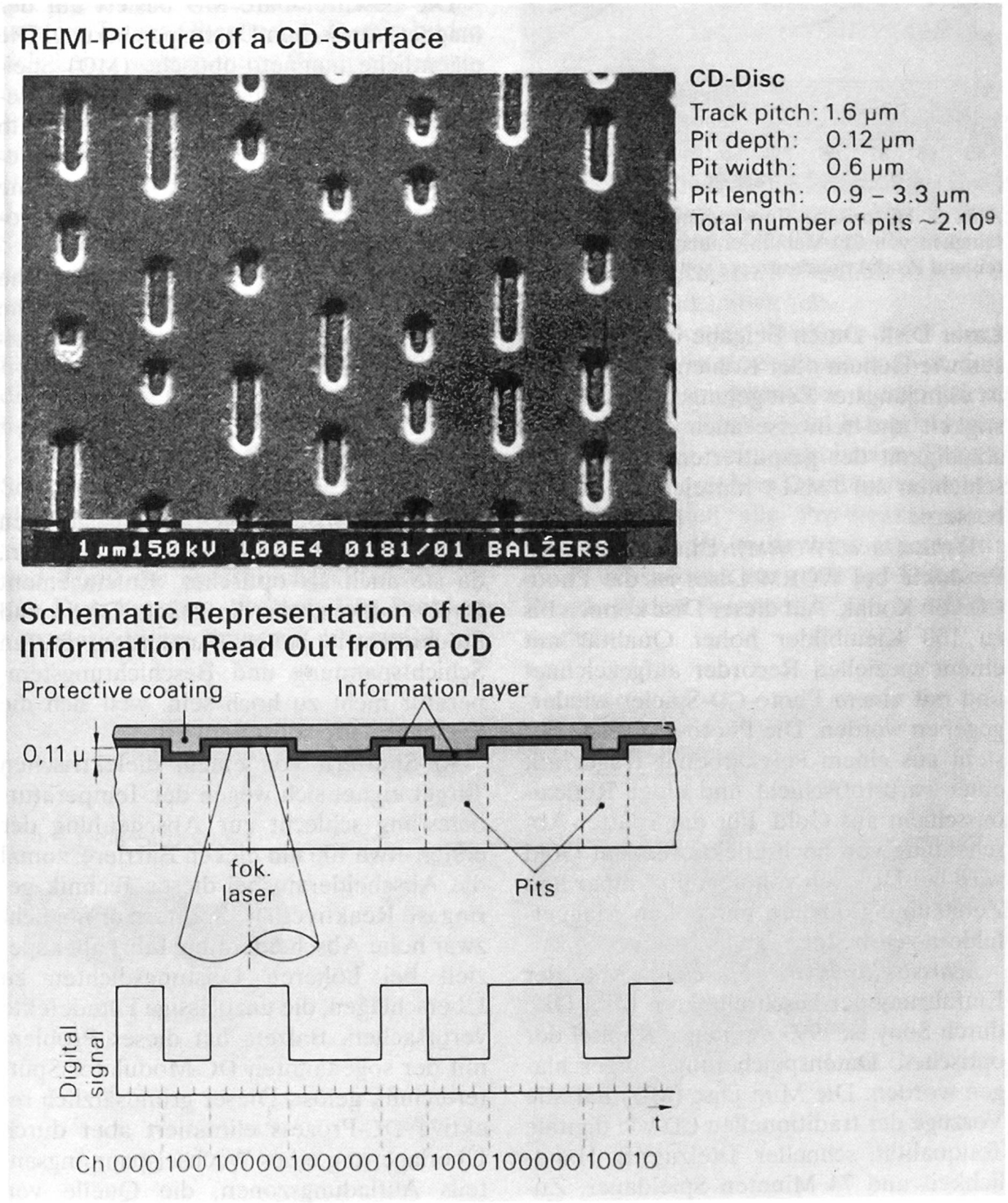

Abb. 1: (von oben nach unten): REM-Aufnahme einer CD-Oberfläche; schematischer Aufbau einer CD-Oberfläche und Signalintensität des reflektierten Laserlichtes.

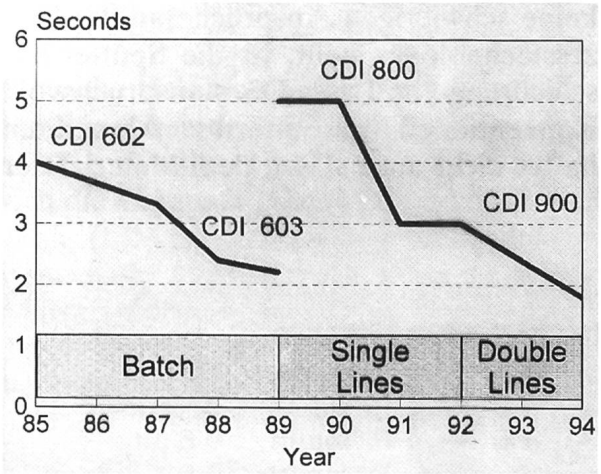

Abb. 2: Historische Entwicklung der Leitungsfähigkeit von CD-Metallisieranlagen. (Zykluszeiten und Produktionskonzepte seit 1985)

Laser Disk. Durch Beigabe von Zusatzgasen wie Helium oder Kohlenwasserstoffen ist es in jüngster Zeit gelungen, die Haftfestigkeit und teilweise auch die Klimabeständigkeit der gesputterten Aluminiumschichten auf PMMA hinreichend zu verbessern.

Write Once (WORM): Eines der neuen Produkte bei WORM Discs ist die Photo CD von Kodak. Auf dieser Disc können bis zu 100 Kleinbilder hoher Qualität mit einem speziellen Recorder aufgezeichnet und mit einem Photo-CD-Spieler wiedergegeben werden. Die Photo-CD selbst besteht aus einem Polykarbonat-Träger mit einer Farbstoffschicht und einer Reflexionsschicht aus Gold. Für die Sputter-Abscheidung von hochreflektierendem Gold wird bei Drücken von über 10^{-1} mbar und Zerstäubungsquellen mit hohen Magnetfeldern gearbeitet.

Schreib-/löschbare Speicher: Mit der Einführung der beschreibbaren Mini Disc durch Sony ist 1993 ein neues Kapitel der optischen Datenspeicherung aufgeschlagen worden. Die Mini Disc (MD) hat alle Vorzüge der traditionellen CD wie digitale Tonqualität, schneller Titelzugriff, Handlichkeit und 74 Minuten Spieldauer. Zudem lässt sie sich bespielen wie ein Magnetband. Sie ist mit einem Durchmesser von 64 mm klein genug für tragbare Anwendungen, zum Beispiel im Auto oder im Walkman. Für Computeranwendungen wurde die MD-Data, eine Speicherplatte im Mini-Disc-Format, mit einer Kapazität von etwa 130 MByte lanciert.

Die beschreibbare MD basiert auf der magneto-optischen Datenspeicherung. Die eigentliche magneto-optische (MO) Speicherschicht, meistens eine FeTbCo-Legierung, oxidiert leicht und muss deshalb durch zwei dielektrische Diffusionsbarrieren (20 bis 110 nm) geschützt werden. Eine Reflexionsschicht ist die vierte funktionelle Schicht (vgl. Abb. 3).

All diese Schichten müssen spezifische Forderungen erfüllen, die unterschiedliche Prozesstechniken bei der Sputter-Abscheidung erforderlich machen.

3. Sputtern der dielektrischen Schichten

Die dielektrischen Diffusionsbarrieren sollten frei von Defekten sein und müssen, da sie auch als optischer ‹Enhancement Layer› wirken, eine konstante Dicke und Stöchiometrie haben. Ausserdem dürfen Schichtspannung und Beschichtungstemperatur nicht zu hoch sein, weil sich die Speicherplatte sonst verwirft.

RF-Sputtern von einem dielektrischen Target eignet sich wegen der Temperaturbelastung schlecht zur Abscheidung der ersten etwa 100 nm dicken Barriere, zumal die Abscheiderate bei dieser Technik gering ist. Reaktives DC-Sputtern ermöglicht zwar hohe Abscheideraten, führt aber speziell bei höheren Leistungsdichten zu Überschlägen, die unzulässige Filmdefekte verursachen. Balzers hat dieses Problem mit der sogenannten DC-Modulator-Sputtertechnik gelöst. Dieser grundsätzlich reaktive DC-Prozess eliminiert aber durch Überlagerung eines Wechselspannungsanteils Aufladungszonen, die Quelle von Überschlägen.

Die zweite wichtige Voraussetzung zur

Eliminierung von Überschlägen sind Planar Magnetrons mit rotierenden Magnetsystemen. Der Vorteil dieser ‹Scan Mag›-Technologie gegenüber konventionellen Kathoden mit fixem Magnetsystem ist, dass nicht nur im ‹Erosionsgraben› Material abgetregen wird, sondern auf der gesamten Target-Oberfläche. Damit bilden sich keine sogenannten Redepositionszonen. Das sind isolierende Bereiche, die ebenfalls Überschläge oder gar Flitter verursachen. Mit dieser Sputtertechnik für Dielektrika lassen sich z.B. für SiN Abscheideraten von mehr als vier Nanometern pro Sekunde erreichen. Diese Schichten sind auch, wie sich an der digitalen Fehlerrate von optischen Speicherplatten nachmessen lässt, äusserst defektarm. Durch Erhöhung des Argon-Druckes lässt sich auch die Spannung in diesen Schichten kontrollieren (YANG et al., 1991).

Sputtern der MO-Schichten: Die MO-Schicht muss eine konstante Dicke und gleichmässige Zusammensetzung aufweisen, damit die magnetischen Eigenschaften und damit die Speichercharakteristik auf der Disc konstant bleiben. Ein Problem von stationärem Sputtern mit mehrkomponentigen Targets ist die unterschiedliche Abstäubecharakteristik der Einzelkomponenten. Ohne Gegenmassnahmen erhält man damit radiale Inhomogenitäten in der Zusammensetzung des abgeschiedenen Films. Dem Problem kann man aber begegnen, wenn man mehrphasige Targets oder zonierte Targets verwendet (STRASSER et al., 1992).

Sputtern der Reflexionsschicht: Das Sputtern dieser AL-Legierung ist weitgehend unproblematisch.

Zur stationären Abscheidung von Schichtsystemen, wie dies in Abb. 3 skizziert ist, wurden Mehrkammer-Sputtersysteme, die schematisch ebenfalls in Abb. 3 dargestellt sind, entwickelt.

Dabei werden die Substrate durch einen Transportarm in die Schleuse und von dort in die Entgasungskammer transportiert. Dann wird die Disk in die Hauptkammer mit sechs voll vakuumisolierten Prozesskammern übergeben. Das Substrat durchläuft sequentiell alle Pro-zesskammern. Mit dieser Anordnung wird gegenwärtig ein Durchsatz von etwa 400 MO-Discs pro Stunde in den Formaten 5", 3" und 2" erreicht.

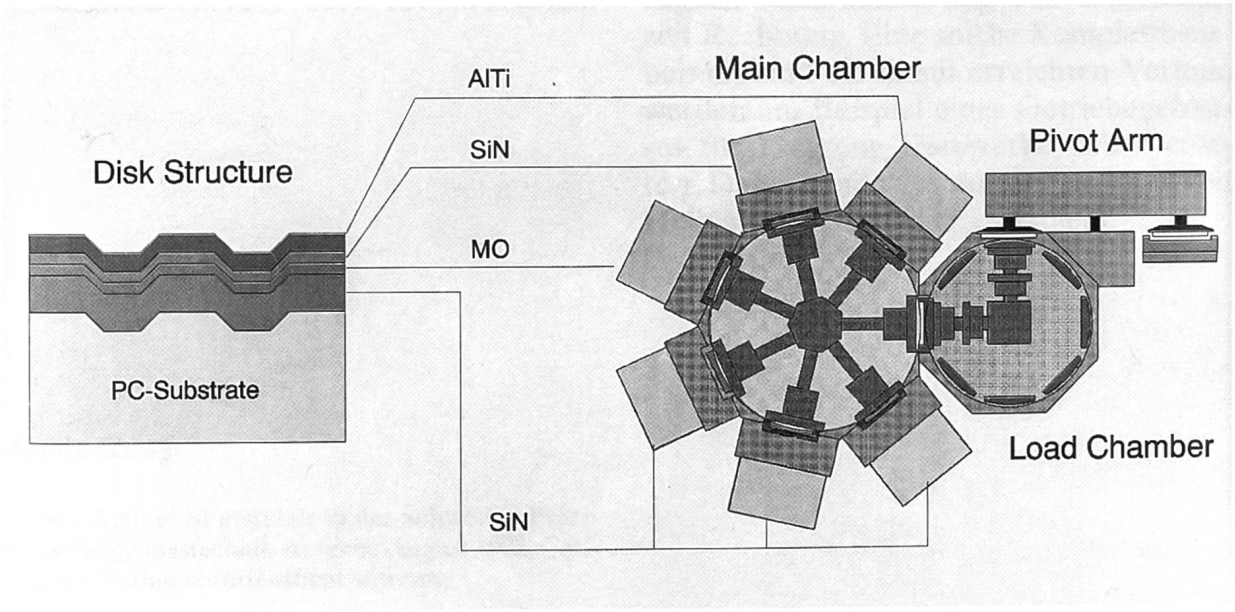

Abb. 3: Das Schichtsystem einer magneto-optischen Speicherplatte und das schematische Layout eines heutigen MO-Sputtersystems.

Optische Datenspeicher haben zahlreiche Anwendungen von Unterhaltungselektronik bis zur Computer-Datenspeicherung gefunden. Zu den etablierten Produkten wie der Compact Disc oder der CD-ROM kommen neue Produkte wie Photo CD, digitale Videodiscs oder die Mini Disc. Diese neuen Formate werden die Landschaft der optischen Datenspeicher in Zukunft mitgestalten. Dünnschichtverfahren spielen bei der Produktion dieser Platten eine wesentliche Rolle. Planar Magnetron Sputtern hat sich dabei als Abscheidetechnologie durchgesetzt und steht heute als industriell ausgereifte Lösung für den Einsatz in modernen integrierten Fertigungslinien zur Verfügung.

Literaturverzeichnis

STRASSER G. et al. (1992): Single Disk Sputtering for MO-Disc Mass Production. – Applied Physics Commun. 11/4.

STRASSER G. (1993): Compact Sputter Systems for MiniDisc Production. – Proc. Diskcon Japan 93 – International Disk Drive Equipment and Materials Association, Japan.

THORNTON J.A. (1982): Coating Deposition by Sputtering. – Deposition Technologies for Films and Coatings, R.F. Bunshaw ed; Noyes Publications ISBN 0-8155-0906-5.

YANG Y.H. et al. (1991): Mass Production of High Performance Magneto-Optical Disks by In-Line Sputtering Process. – J. Magn. Soc. Jpn 15, Suppl. 51.