

DVD – Digital Versatile Disc

DVDs speichern Daten im Prinzip ähnlich wie CDs. Durch beidseitige Mehrfachbeschichtung lässt sich die Speicherdichte jedoch stark erhöhen.

Die DVD ist eine Weiterentwicklung der CD (Compact Disc) und auf dem besten Weg diese als optisches Speichermedium abzulösen. Durch ein verändertes Aufzeichnungsverfahren besitzt die DVD mit maximal 17 GigaByte eine bis zu 26-mal höhere Speicherkapazität als eine CD. Zudem lässt sie sich schneller auslesen und deshalb als Ton-, Bild- und Datenträger beson-

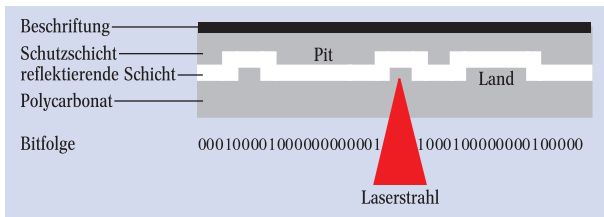


Abb. 1
DVDs und CDs kodieren die binären Daten durch $\lambda/4$ -Vertiefungen in einer reflektierenden Schicht. An den Übergängen von Vertiefungen (Pits) zu Inseln (Lands) wird eine „1“ registriert. Wiederbeschreibbare DVDs haben dagegen eine ebene wärmeempfindliche Schicht, deren Reflexion durch Laserbestrahlung verändert wird.

ders vielseitig (*versatile*) einsetzen. Neuere Computer werden von Haus aus mit DVD-Laufwerken ausgestattet, die abwärtskompatibel sind, also neben DVDs auch CDs lesen können. Mit DVD-Writeern lassen sich über die Festplatte des PCs große Datenmengen auf beschreibbaren DVDs speichern, und DVD-Player, mit denen Video-DVDs in hoher Qualität abgespielt werden können und die das Kino ins Wohnzimmer bringen, finden immer mehr Anklang.

Rechtzeitig zum Weihnachtsgeschäft hatte Philips einen DVD-Recorder auf den Markt gebracht, mit dem man sich via Fernseher oder Camcorder seine eigene DVD zusammensetzen kann. Auch von Pioneer und Panasonic gibt es DVD-Recorder, die dies versprechen. Ist der Siegeszug der DVD nicht mehr aufzuhalten? Gebremst wird er auf jeden Fall von der Vielfalt der zu beschreibenden DVD-Formate (wie z. B. DVD-RAM, DVD-R(A), DVD-R(G), DVD-RW, DVD+RW) und der mangelnden Kompatibilität mit DVD-Playern und Laufwerken. So werden einige

Formate mit Lasern unterschiedlicher Wellenlänge beschrieben, so dass die Kompatibilität auf der Strecke bleibt.

Lochkanten als Bits

Hinter dieser Artenvielfalt lassen sich aber auch Gemeinsamkeiten finden. Schon äußerlich unterscheiden sich die DVD-Formate mit Ausnahme der DVD-RAM nicht sonderlich voneinander. Sie haben wie die CD einen Durchmesser von 12 Zentimetern und eine Dicke von etwa 1,2 Millimetern. Die binären Daten werden bei der Massenproduktion z. B. von Video-DVDs als spiralförmig von innen nach außen laufende dichte Folge mikroskopisch kleiner Vertiefungen (*Pits*) in eine Polycarbonatschicht gepresst, die durch Erhebungen (*Lands*) voneinander getrennt sind.

Lands und Pits stellen den logischen Wert 0 dar, während der Übergang Land/Pit bzw. Pit/Land die logische 1 ist (Abb. 1). Auf die strukturierte Oberfläche wird eine reflektierende Metallschicht aufgebracht. Pits liegen eine viertel Wellenlänge (λ) tiefer als Lands. Dadurch ist das reflektierte Licht um $\lambda/2$ phasenverschoben. Am Übergang zwischen Land und Pit ändert sich daher auch die Polarisation. Dieser Effekt kann durch einen Polarisator in eine Intensitätsmodulation umgewandelt werden. Eine Fotodiode, die das reflektierte Licht detektiert, misst eine Abfolge von unterbrochenen Reflexionen, die der Anordnung der Pits und Lands entspricht. Entsprechend der Intensität des reflektierten Lichts werden an der Fotodiode Spannungssignale erzeugt, die ein Digital-Analog-Wandler dann umwandelt. Nach demselben Prinzip funktioniert

auch die CD. Die höhere Speicherkapazität der DVD erreicht man durch eine Halbierung der minimalen CD-Pit-Länge von 0,83 auf etwa 0,4 Mikrometer und eine Verringerung des CD-Spurabstands von 1,6 auf 0,74 Mikrometer (Abb. 2). Werden CDs aufgrund ihrer größeren Strukturen mit Laserlicht der Wellenlänge um 780 Nanometer ausgelesen, so musste die Wellenlänge in den DVD-Playern und Recordern verkürzt werden und liegt zwischen 635 und 650 Nanometern. Da sich das kurzwelligere Licht besser fokussieren lässt, können damit die kleineren DVD-Strukturen exakt ausgelesen werden.

Daten-Sandwich

Im Gegensatz zur CD, die nur eine Aufzeichnungsschicht besitzt, besteht die DVD aus zwei Halbdiscs mit einer Stärke von 0,6 Millimetern, die Rücken an Rücken zusammengeklebt sind (*Dual-Side-Prinzip*). Auf jeder dieser Halbdisc können sich eine (*Single-Layer*) bzw. zwei (*Dual-Layer*) Aufzeichnungsschichten befinden. Durch die doppelte und zweischichtige Speicherung, die nur in der Massenproduktion gefertigt wird, erreicht man bis zu 17 GigaByte Speicherkapazität. Bei der zweischichtigen Speicherung verwendet man für die erste Schicht halbdurchlässige Materialien. Die tieferliegende zweite Schicht reflektiert den auslesenden Laserstrahl. Beim Wechsel zwischen den Schichten reguliert eine Laseroptik lediglich die Brennweite des Laserstrahls (Abb. 3). Am Ende der tieferliegenden Schicht springt die Fokussierung des Lasers auf die halbdurchlässige Schicht. Diese wird im Gegensatz zur voll reflektierenden Schicht von außen

*) siehe auch Phys. Bl., Oktober 2001, S. 14

Dr. Katja Bammel, Cagliari/Italien, katja.bammel@dsf.unica.it

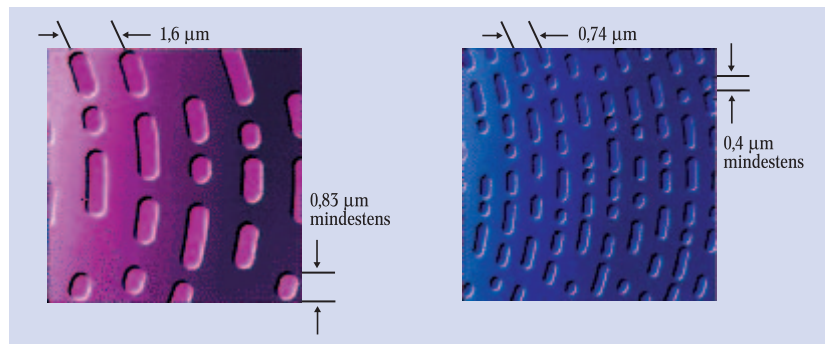


Abb. 2: Die höhere Speicherdichte der DVD (rechts) gegenüber der CD (links) ist auf eine feinere Strukturierung des Substrats zurückzuführen. So ist die Spurweite der DVD nur halb so groß wie die der CD. Auch die minimale Länge der Pits wurde

halbiert. Eine noch höhere Speicherkapazität erreicht man durch mehrlagige und beidseitige Beschichtung. Mit blauen Laserdioden könnte man die Speicherdichte in Zukunft weiter erhöhen.

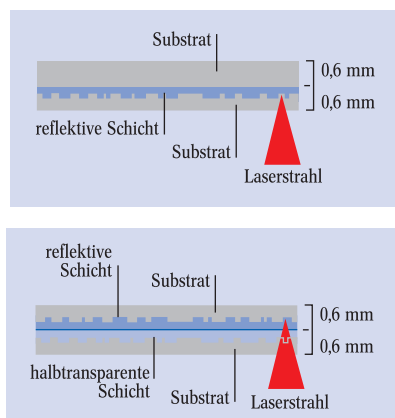


Abb. 3: Die *Single-Side-Single-Layer-DVD* (oben) wird mit einem Laserstrahl mit konstantem Fokus ausgelesen. Die *Single-Side-Dual-Layer-DVD* (unten) besteht aus einer halbdurchlässigen und einer voll reflektierenden Schicht. Der Laser wird wahlweise auf eine der beiden Schichten fokussiert. Die höchste Speicherdichte erreicht die beidseitig doppelt beschichtete DVD.

nach innen gelesen, sodass die Stellung des Laserschlittens sowie die Drehzahl der DVD beim Umschalten nicht verändert werden muss. Dadurch erreicht man einen schnelleren Datenzugriff. Sind beide Halbdiscs beschrieben, muss die DVD während des Auslesens umgedreht werden.

Die wiederbeschreibbare DVD besteht üblicherweise aus einer transparenten Substratschicht mit darin eingebetteter Aufzeichnungsschicht. Die Aufzeichnungsschicht ist eine Silber-Indium-Antimon-Tellurium-Legierung, die von zwei dielektrischen Schichten umgeben ist. Alle wiederbeschreibbaren Formate verwenden zur Aufzeichnung das *Phase-Change-Verfahren*, bei dem ein intensiver Laserstrahl ausgewählte Bereiche der polykristallinen Aufzeichnungsschicht auf Temperaturen oberhalb ihres Schmelzpunktes (500–700 °C) erhitzt und so eine Phasenumwandlung einleitet. Die dielektrischen Schichten entziehen der Legierung in kürzester Zeit die Wärme, wodurch das Material rasch abkühlt und ungeordnet einfriert. Dieser amorphe Zustand besitzt im Vergleich zum ursprünglichen polykristallinen Zustand ein vermindertes Reflexionsvermögen, sodass beim Auslesen der DVD das an der Fotodiode gesammelte reflektierte Signal wie schon bei den gepressten Pits und Lands aus einer Abfolge von unterbrochenen Reflexionen besteht.

Zum Löschen bzw. Wiederbeschreiben wird die Aufzeichnungs-

schicht mit einem weniger intensiven Laserstrahl gleicher Wellenlänge für ausreichend lange Zeit auf Temperaturen oberhalb der Kristallisationsbrücke (200 °C) erwärmt. Dadurch ordnen sich die Atome wieder kristallin an, gewinnen ihr erhöhtes Reflexionsvermögen zurück, und die DVD kann neu beschrieben werden. Beim Auslesen wird die „Pitspirale“ der sich drehenden DVD durch die Kunststoffschicht hindurch mit einem schwächeren Laserstrahl abgetastet, dessen Wellenlänge der des Schreib- und Löschrstrahls entspricht.

50 GB mit blauem Licht

Um die Speicherdichte auf DVDs künftig noch weiter zu erhöhen, müssen die Pits und der Spurbstand weiter verkleinert werden. Zum Auslesen dieser kleineren Strukturen benötigt man dann Laserdioden, die Licht einer kürzeren Wellenlänge, also zum Beispiel blaues Licht emittieren. Die Herstellung solcher Laserdioden, die aus Galliumnitrid bestehen, ist aufwändig und kostspielig. Der bisherige alleinige Hersteller, die japanische Firma Nichia, hat nun Konkurrenz bekommen: Ein deutscher Forschungsverbund, dem Osram Opto Semiconductors, das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik, die TU Braunschweig und die Universitäten Ulm und Stuttgart angehören, entwickelte eine Laserdiode, die im Dauerbetrieb Licht mit 420 Nanometern emittiert.⁹⁾ Damit ließe sich die Speicherkapazität einer einseitig und einlagig zu beschreibenden DVD auf bis zu 20 Gigabyte erhöhen. Das dies tatsächlich so ist, zeigte kürzlich die japanische Firma Matsushita Electric Industrial, die eine einseitig und zweilagig wiederbeschreibbare DVD vorstellte, die mit einem blauen Laser gelesen und beschrieben wird. Sie besitzt mit 50 GigaByte eine mehr als zehnmals höhere Speicherkapazität als die momentan im Handel erhältlichen Formate.

Für den Verbraucher bleibt nur zu hoffen, dass sich die Hersteller bald auf einen Standard für wiederbeschreibbare DVDs einigen werden, sodass sich das Wirrwarr der früheren Speicherformate (Beta vs. VHS) nicht wiederholt.

KATJA BÄMMEL