

Fragen und Antworten: Displays

Copyright © by V. Miszalok, last update: 06-11-2006

Displays

F: Hardware (=Geräte, Baugruppen) von a) Vektorgraphik und b) Rastergraphik ?

A: a) RA-CRT, Maus, Joystick, Plotter b) Shadow Mask Color CRT, Flat Panel Display, Graphikkarte, DVI, Printer, Scanner, DigitalPhoto, DigitalTV

F: Bestandteile einer einfarbigen Random-Access-CRT ?

A: electron gun = Kathode, Anode, Fokussierspule, Ablenspule oder Ablenkplatten, homogene Phosphorschicht

F: Bestandteile einer Shadow-Mask-Color-CRT ?

A: 3 electron guns = 3 Kathoden, 3 Anoden, Fokussierspule, deflection coil = Ablenspule, Loch- oder Schlitz- oder Streifenmaske, RGB-Triples = RGB-Phosphorpflaster

F: Was ist H-Sync, V-Sync, Refresh, Zeilenfrequenz, Bandbreite ?

A: H-Sync = Sägezahn-Spannung zur horizontalen Strahlablenkung. V-Sync = Spannung zur Rückholung des Strahls von rechts unten nach links oben. Refresh = Bildwiederholfrequenz. Zeilenfrequenz = Horizontalfrequenz = Zeilenzahl * Refresh * 1,1. Bandbreite = Band Width = Zeilenfrequenz * Zahl der Pixel in einer Zeile.

F: Jemand will einen quadratischen 19-Zoll-Monitor kaufen und braucht 80 Hz Refresh und 1200 Zeilen. Berechnen Sie die passende Zeilenfrequenz und den Dot Pitch.

A: Zeilenfrequenz = $80 * 1200 * 1,1 = 105 \text{ KHz}$. Zeilenhöhe in mm = $(19 * 25,4) / (\text{Wurzel}2 * 1200) = 0,285 \text{ mm}$. Dot Pitch = Zeilenhöhe / 2 = 0,143 mm.

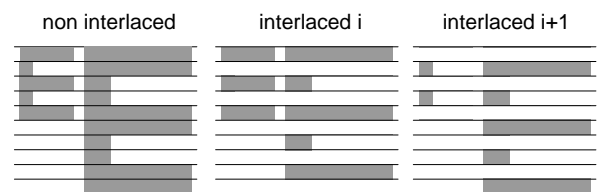
(Zusatz: Quadratische Monitorformate gibt es so gut wie nie. Realistischer ist ein 4:3-Format. Die Rechnung ist dann etwas komplizierter und ergibt eine Zeilenhöhe von 0,2432 und ein Dot Pitch von 0,1216.)

F: Worin bestehen die Nachteile, wenn a) die Zeilenzahl zu hoch für den Dot Pitch ist und die Nachteile, wenn b) die Zeilenzahl zu niedrig für den Dot Pitch ist ?

A: a) Zeilen (bei Streifenmasken: Spalten) verschwinden, weil sie teilweise oder vollständig von den Stegen der Maske ausmaskiert werden. b) Verschwendung der Feinheit von Maske und Phosphorpflaster = Geldverschwendung, weil die Zeilen so dick sind, dass jedes Pixel mehrere Löcher (bei Streifenmasken: Streifen) überdeckt.

F: Warum ist das TV-Zeilensprungverfahren (interlaced) geeignet für Bilder, aber ungeeignet für Schrift ?

Interlaced Fonts müssen mindestens doppelt so dick sein wie Computer Fonts. Deshalb kann TV nur maximal 30 Textzeilen darstellen (siehe kurz: Videotext).
Beispiel E: Das E ist nur bei doppelter Zeilenzahl lesbar.



A lang: Die Zeile i kann ihre Folgezeile i+1 für eine kurze Zeit ersetzen, wenn diese ziemlich identisch ist (Regelfall bei TV). Hochauflösende Texte enthalten aber wichtige einzeilige horizontale Strukturen (z.B. die 3 horizontalen Balken des Buchstabens E). Solche horizontalen, einzeiligen Balken haben bei interlaced nur halben Refresh = 25 Hz (in Amerika und Japan: 30Hz). Sie flimmern damit unerträglich.

F: Die Lochmaske einer Shadow-Mask-Color-CRT a) steht unter Hochspannung b) fokussiert die Elektronenstrahlen c) wird glühend heiß d) ist bei allen Zeilen-CRTs unbedingt notwendig e) muss exakt zur Zeilenzahl passen f) muss exakt zum Phosphorpflaster passen g) muss exakt zu den Kathoden passen.

A: a) nein, b) nein, c) ja, d) nein, e) nein, f) ja, g) ja

F: Was bedeutet LCD ? Prinzip ?

A kurz: Liquid Crystal Display. Füllt man zwischen zwei senkrecht zueinander polarisierte Glasplatten cholesterische Flüssigkristalle, entsteht ca 4% Lichtdurchlässigkeit. Erklärung: Die Stäbchenmoleküle bilden spontan um 90 Grad verdrehte Strickleitern/Wendeltreppen. Lichtquanten werden beim Durchlaufen unpolarisiert. Äußere Spannung an den Glasplatten zerstört Strickleitern/Wendeltreppen. Spontane Neubildung, wenn die Spannung verschwindet. Kunststoffgitter teilt den Flüssigkeitsraum in Zellen am Schnittpunkt zweier sich kreuzender Leiterbahnen = Matrix von steuerbaren Lichtventilen.

A lang: Liquid Crystal Display. Zwei senkrecht zueinander polarisierte Glasplatten sperren jedes Licht (schwarz). Füllt man den Zwischenraum mit cholesterischen Flüssigkristallen, dann wird die Anordnung Glasplatte 1 + Flüssigkeitsschicht + Glasplatte 2 durchlässig für Licht (weiß bzw. grau, weil Durchlässigkeit nur ca. 4%). Erklärung: Der Flüssigkristall besteht aus Stäbchenmolekülen, die spontan um 90 Grad verdrehte Strickleitern oder Wendeltreppen bilden. Licht betritt die Strickleitern/Wendeltreppen und wird beim Durchlaufen stufenweise unpolarisiert. Durch Anlegen einer äußeren Spannung an die Glasplatten kann man die Strickleitern/Wendeltreppen stören oder zerstören. Die Strickleitern/Wendeltreppen bilden sich spontan von neuem, wenn die Spannung verschwindet. Man unterteilt den Flüssigkeitsraum durch ein Kunststoffgitter in (meist rechteckige) Zellen am Schnittpunkt zweier sich kreuzender Leiterbahnen und erhält damit eine Matrix von steuerbaren Lichtventilen.

F: Vorteile und Nachteile von LCDs ?

A: Vorteile: minimaler Energiebedarf (falls Fremdlicht vorhanden), flimmerfrei, billig bei weniger als 200.000 monochromen Zellen

Nachteile: nicht leuchtend (immer Fremdlicht notwendig), geringe Lichtdurchlässigkeit (ca 4%), geringer Kontrast, träges Zeitverhalten, empfindlich gegen zu niedrige und zu hohe Temperaturen, teuer (wenn TFT notwendig bei mehr als 200.000 Zellen), Lesbarkeit schlecht bei seitlichem Blickwinkel.

F: Prinzip einer einfachen monochromen LCD-Ziffernanzeige ?



A kurz: Alle Ziffern 0 bis 9 kann man primitiv eckig zusammensetzen aus je 7 nematischen Zellen, die jeweils die Form eines Rechtecks mit an den Schmalseiten angesetzten gleichseitigen Dreiecken haben.

A lang: 4 dieser Zellen bilden die vertikale Leiter links und rechts und 3 bilden die waagerechten Sprossen. Die 7 Zellen der Ziffer sind eingeschlossen zwischen zwei senkrecht zueinander polarisierten Kunststofffolien und gefüllt mit einer Flüssigkeit aus cholesterischen Stäbchenmolekülen = Liquid Crystal Display. Zur Darstellung der Ziffern 0 bis 9 werden die Zellen so geschaltet, dass bei der 0 alle 6 äußeren Zellen unter Spannung sind (aber nicht die mittlere waagrechte Leitersprosse), bei der 1 nur die beiden senkrechten auf der rechten Seite usw.

F: Multiplexschaltung von Flat Panel Displays ?

A: Zeitversetzte Spannungszuführung zu den Kreuzungsstellen der Drähte zu den Zellen eines Displays so dass zuerst alle Zellen der nullten Zeile des Displays nacheinander von links nach rechts geschaltet werden, dann alle Zellen der 1ten Zeile usw., bis zu allen Zellen der letzten Zeile. Jede Zelle bekommt somit einen eigenen Zeitslot für ihren Schaltvorgang.

Vorteil: So wird verhindert, dass alle an den Ecken eines Rechtecks stehenden Zellen ungewollt gemeinsam gleichzeitig geschaltet werden.

Nachteil: Für jede Zelle steht nur die extrem kurze Schaltzeit von 1 sec dividiert durch (Anzahl aller Zellen des Displays * Refresh) zur Verfügung.

F: Was bedeutet TFT ? Vorteil/Nachteil von TFT ? Notwendigkeit von TFT ?

A kurz: Thin Film Transistor = Active Matrix = bildschirmgroßer, lichtdurchlässiger Wafer mit in Matrixform angeordneten Feldeffekttransistoren = FETs. über jeder Zelle des LCD mindestens ein FET baut (auf Impuls) ein elektrisches Feld auf und erhält dieses beliebig lange aufrecht bis zum Folgeimpuls.

Vorteil: Wenn ein Lichtventil schließen soll (schwarz), dann braucht man nur einen Impuls am Anfang und einen am Ende der Schließzeit.

Nachteil: TFT-Wafer müssen Bildschirmgröße haben und sind teuer.

TFT unbedingt nötig bei mehr als 200.000 Zellen-LCDs, weil ansonsten Schaltzeit zu kurz, um die Strickleiter/Wendeltreppe zu zerstören und das LCD wird nicht mehr richtig schwarz.

A lang: Thin Film Transistor = rechteckiger, bildschirmgroßer, dünner, lichtdurchlässiger Wafer mit in Matrixform angeordneten Feldeffekttransistoren = FETs. TFT wird über oder unter einem LCD so fixiert, dass jede Zelle des LCD (mindestens) einen FET bekommt. Ein FET baut (auf Impuls) ein elektrisches Feld auf und erhält dieses beliebig lange aufrecht bis zum Folgeimpuls.

Vorteil: Wenn ein Lichtventil schließen soll (schwarz), dann schickt man nur einen Impuls am Anfang und einen am Ende der Schließzeit. Ohne FET müsste man dauernd über die gesamte Schließzeit Impulse schicken.

Nachteil: TFT-Wafer müssen Bildschirmgröße haben und sind daher teuer.

Problem, wenn man kein TFT hat: Will man mehr als 200.000 Zellen dauerhaft sperren (schwarz schalten), dann bleibt nur eine Schaltzeit von 1 sec / (200.000 * Refresh) pro Zelle. Diese Zeit reicht nicht mehr aus, um die Strickleiter/Wendeltreppe ausreichend zu zerstören und das LCD wird nicht mehr richtig schwarz.

Folge: Billige LCDs können maximal 200.000 Zellen haben. Teure TFT sind unbedingt notwendig bei LCDs mit mehr als 200.000 Zellen, insbesondere bei Farb-LCDs.

Synonym für TFT = Active Matrix.

F: Optische und elektrische Schichten eines TFT-Farbdisplays ?

A: Von hinten nach vorne:

- 1) Weißlichtquelle (bei Notebooks flache Leuchtstofflampen)
- 2) polarisiertes Glas mit Metallleiterbahnen
- 3) Flüssigkeitsschicht unterteilt in nematische Zellen
- 4) bildschirmgroße Thin Film Transistor Schicht aus Silizium
- 5) polarisiertes Glas
- 6) Farbfolienstreifen abwechselnd rot, grün, blau
- 7) Kunststoffdeckschicht mit Mikrolinsen, die den Abstrahlwinkel vergrößern.

F: Was ist ein Plasma-Display ? Aufbau ? Vor- und Nachteile ?

A: Plasma: ionisierbares Leuchtgas in kleinen Röhren oder Wannen bilden eine Pixelmatrix und emittieren Ultraviolett(=UV)-Licht. Multiplexschaltung. Frequenzumsetzung in sichtbares, farbiges Licht durch RGB-Leuchtstoffe in oder vor den Röhren / Wannen.

Vorteile: Leuchtkraft, große Displays

Nachteil 1: Helligkeit nur über die Leuchtdauer (Pulslänge) regelbar → Pixelflimmern

Nachteil 2: relativ große Pixel → nur für große Diagonalen > 100 cm

Nachteil 3: hoher Verbrauch > 300 Watt → Lüftergeräusch

F: Was ist ein LED-Display ? Aufbau ? Vorteile ? Einsatzort ?

A: Light Emitting Diode Display = gehört zur Gruppe der Elektroluminiszenzdisplays = grobes, großflächiges Raster aus kleinen Leuchtdioden = dotierte Galliumhalbleiter. Farbe je nach Dotierung, z.B. Arsen => rot, Phosphor => grün, Stickstoff => blau. Vorteile: selbstleuchtend bei geringem Energiebedarf, lange Lebensdauer, robust. Beispiele: Außenwerbung, steuerbare Verkehrszeichen, Bremslichter von Autos, Großdisplays.

F: Prinzip der OLED-Displays. Aufbau ? Vor-/Nachteile ? Einsatzort ? Zukunftsaussichten ?

A: Organic Light Emitting Diode Display = gehört wie LEDD zur Gruppe der Elektroluminiszenzdisplays = dotierte, zweischichtige Polymerkunststoffe können unter Spannung Licht emittieren. Farbe je nach Dotierung. Ansteuerung über Metallleiterbahnen oder über organische Transistoren möglich. Vorteile: dünne, biegsame, schneidbare Folien, minimaler Energiebedarf, hoher Kontrast, reaktionsschnell. Nachteile: (noch) chemisch instabil, deshalb niedrige Lebensdauer. Einsatzort: Minidisplays in tragbaren Geräten: Handys, Dig.Kameras. Enorme Zukunftsaussichten als billige, großflächige Displays für Wand- und Bodenbedeckung.

F: Aufbau und Prinzip eines optisch-elektrostatischen Printers ?

A: Die geladene lichtempfindliche Oberfläche einer Trommel wird durch Lichteinfall umgeladen. Ein schnell rotierender Polygonspiegel schreibt einen Lichtstrahl zeilenweise auf die Trommel, die sich mit konstanter Geschwindigkeit dreht. Lichtstrahl (Laserdiode oder andere Punktlichtquelle) wird moduliert durch die binäre Rastermatrix im Graphikspeicher des Printers. Null = schwarz = heller Strahl, eins = weiß = kein Strahl. Die binäre Rastermatrix wird so vollständig als Ladungsmuster auf die Trommel geschrieben. Geladene Rußpartikel = Toner setzen sich auf die umgeladenen Stellen der Trommel. Diese wird auf Papier gedrückt und übergibt den Toner, welcher schließlich durch Erhitzen mit dem Papier verbacken wird. Die Trommel wird entladen und abgebürstet und kann neu mit Licht beschrieben werden.

F: Typen von Printern und deren Prinzipien ?

A: mechanisch: (Schreibmaschine, Nadel) Farbband wird auf Papier gedrückt.

fluid-mechanisch: (Tintenstrahl): Beschleunigung kleiner Flüssigkeitstropfen.

thermisch: im Spezialpapier verkapselte Farbkugeln werden durch Hitze zum Platzen gebracht. Vorteile: Printer billig und fast wartungsfrei, wenn Papier vorhanden, dann ist immer auch Farbe vorhanden. Nachteil: teureres Spezialpapier

optisch-elektrostatisch: Umladung lichtempfindlicher Oberflächen und Bestäuben mit geladenem Graphitnebel (=Toner). Abdrücken dieser Oberflächen auf Papier. Beispiele: Xerographie, Laserdrucker, LED-Drucker, Kopierer

Thermosublimation: Farbe befindet sich auf einer dünnen Polymerfolie. Ein punktförmiger Druckkopf erhitzt die Folie kurzzeitig über 200 Grad. Der Farbstoff verdampft und wandert ins Papier.

Thermotransfer: ähnlich Thermosublimation, jedoch mit wachsbeschichtetem Farbband.

Photoprinter: (kleiner) Bildschirm mit fest montierter Sofortbildkamera. Beispiel: Ultraschallgeräte

F: Typen von Plottern ? Aufbau ? Anwendung ?

A: Flachbettplotter: großer Portalwagen (X) trägt kleinen Portalwagen (Y), dieser trägt (mindestens) einen absenkbaren Stift oder ein Schneidewerkzeug. Problem: flaches Festhalten von Papier oder Werkstück. Anwendungen: Hochpräzisionszeichnungen, Schneidetische.

Trommelplotter: Papier wird über eine Walze gelegt, die in beide Richtungen drehen kann (Y). über dem Scheitel der Walze fährt ein Portalwagen mit absenkbarem Stift. Nicht so präzise wie Flachbettplotter aber billiger. Anwendungen: Baupläne, Landkarten

YT-Schreiber: Walze transportiert Unendlich-Millimeterpapier in eine Richtung = Zeitachse T. Portalstift schreibt Signal senkrecht zur Papierbewegungsrichtung = Y-Achse. Anwendungen: Temperatur-, Feuchtigkeit-, Luftdruck-, EKG-Aufzeichnungen.

F: Aufbau und Prinzip von LCD-Beamern und DMD (=DLP)-Beamern ? Vorteile, Nachteile ?

A: LCD-Beamer: Prinzip wie Diaprojektor, aber mit 3 parallelen Strahlengängen mit je einem kleinen LCD-Display für R+G+B.

Vorteil: billig

Nachteil 1: LCDs lassen nur ca 3-5% Licht durch, der Rest muss als Abwärme aus dem Gerät entfernt werden.

Folge: schwache Leuchtdichte, hohe Lüfterleistung, starkes Lüftergeräusch.

Nachteil 2: klobig wegen der 3 parallelen Strahlengänge.

DMD (=DLP)-Beamer: Mit Digital Mirror Device Chip (Trade Mark von Texas Instruments: DLP = Digital Light Processing) : ca. 1 Mio. 10 Micrometer-Spiegel jeweils auf einer CMOS-Speicherzelle und einer elektrostatischer Wippe kippen um 10 Grad und lenken Licht durch eine Optik oder vorbei. Grauwerte durch Modulation der Kippfrequenz. Farbe durch rotierendes Farbfilterrad mit drei Filterfächern für Rot, Grün und Blau (auch 4 Filterfächer RGB+Weiß).

Vorteile: Hohe Lichtausbeute ca. 35%, leise weil nur geringe Lüfterleistung notwendig, kompakte Bauweise.

Nachteil: Chip teuer.

F: Prinzip von elektronischem Papier ? Hauptanwendung ?

A: 100-Mikrometer-Kugeln, die mit positiv geladenen weißen und mit negativ geladenen schwarzen Mikropartikeln gefüllt sind. Die Partikel werden von einer unter dem Papier geladenen Transistorschicht abgestoßen bzw. angezogen. Biigsam. Konserviert das jeweils letzte Bild auch ohne Stromzufuhr. Man braucht genügend Umgebungslicht und Strom nur zum Umblättern. Gut geeignet für stehende, einfarbige Bilder, aber zu träge für Bewegtbilder = e-books.

F: Aufbau und Prinzip einer open-air-Videogroßprojektion ? Probleme ?

A: 3 starke, monochromatische Lichtquellen (Rotlaser, Grünlaser, Blaulaser) zielen auf einen schnell rotierenden Polygonspiegel, der die Strahlen in horizontaler Zeile (wie H-Sync) auf eine Leinwand schreibt. Zeilenvorschub und Refresh (V-Sync) durch Achsenkipfung des Polygonspiegels. Problem bei großen Leinwänden, wo hohe Lichtstärken benötigt werden (=Projektion bei Sonnenlicht): enorme Leistungen und Verlustleistungen der Laserlichtquellen und enorme Aufheizung des Polygonspiegels, Abbrennen der Spiegelflächen trotz Kühlung mit flüssigem Stickstoff.

F: Was ist Rapid Prototyping ? SLA, SLS, 3DP ?

A: Fertigungsverfahren, die CAD-Daten physikalisch in Werkstücke umsetzen.

SLA = Stereolithography

SLS = Selective Laser Sintering

3DP = 3D-Printing