วิวัฒนาการของอุปกรณ์แสดงผล

Display Devices Evolution วิวัฒนาการของอุปกรณ์แสดงผล

เรียบเรียงโดย

[1] นางนันทนา อุษาจารุวิจิตร

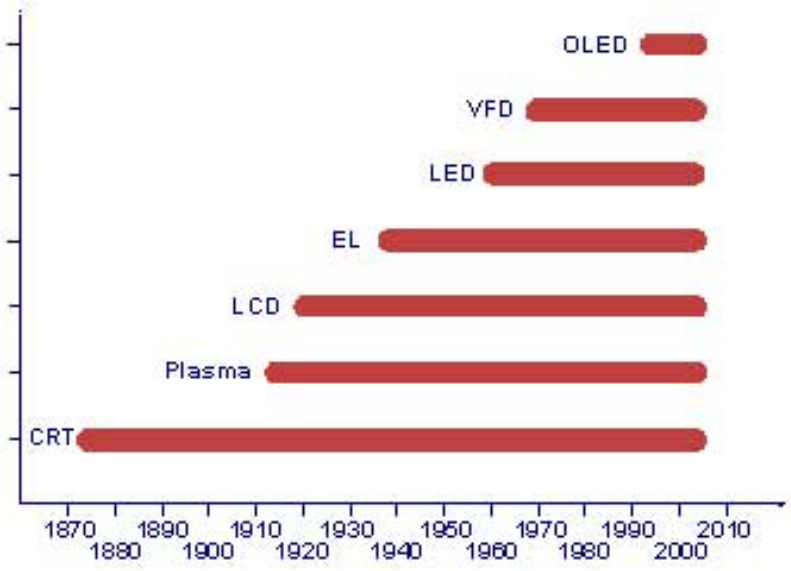
[2] นายน้ำหนึ่ง มิตรสมาน

[3] นายสุชาติ สุนทรวัฒนศิริ

สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ

มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

อุปกรณ์แสดงผลถือได้ว่าเป็นหน่วยสุดท้ายของระบบ ที่ทำหน้าที่ใน การแสดงผลลัพธ์ จากการประมวลผล ให้กับผู้ใช้ อุปกรณ์แสดงผล จึงเป็นสิ่งจำเป็น สำหรับระบบทุกระบบเลยก็ว่าได้ ถ้าจะดูกันจริงๆ แล้วอุปกรณ์แสดงผลมีมาตั้งแต่ สมัยยุคหินเลยก็ว่าได้โดยที่มนุษย์หินจะใช้ผนังถ้ำในการแสดงภาพวาดหรือเขียนบันทึกต่างๆ เพื่อนำเสนอข้อมูลต่างๆ ให้ผู้อื่นเข้าใจ และต่อมาก็มีการพัฒนาให้มีขนาดเล็กลงมาเพื่อสะดวกต่อการพกพา จนเป็นอุปกรณ์ประเภทกระดานหรือกระดาษ เป็นต้น จนมาถึงยุคอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีการพัฒนาในรูปแบบต่างๆ ซึ่งนั้นคือจุดเริ่มต้นของอุปกรณ์แสดงผล แต่ที่เรากำลังจะพูดถึงนี้จะเป็นอุปกรณ์แสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะเริ่มคิดค้นพัฒนากันมาตั้งแต่ช่วง ศตวรรษที่ 17 เรื่อยมา จะเป็นดังนี้



รูปที่ 1 แสดงช่วงเวลาการพัฒนาของอุปกรณ์แสดงผล

Cathode Ray Tube (CRT)

1875	เริ่มจาก Sir William Crookes ชาวอังกฤษ ได้ทดลองใช้การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Cathde Rays) กระทำต่อก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดสุญญากาศ และได้สังเกตการเบี่ยงเบนของ Cathode Rays ด้วยการใช้สนามแม่เหล็ก
1896	Karl Ferdinand Braun ได้ทดลองใช้วิธีการเบี่ยงเบนจากสนามแม่เหล็ก และใช้สารฟลูออเรสเซนต์ ที่ผิวหน้าของจอภาพ เรียกได้ว่าเป็น ต้นกำเนิดของอุปกรณ์แสดงผลเลยก็ว่าได้ โดยนำมาใช้เป็น เครื่องมือที่ใช้วัดค่าสัญญาณทางไฟฟ้า
1922	Dr.Albert H. Taylor ได้สังเกตเห็นเรือเดินทะเล วิ่งผ่านเครื่องส่งสัญญาณวิทยุและเครื่องรับสัญญาณ จะมีสัญญาณบางส่วนสะท้อนกลับมาที่เครื่องส่งสัญญาณ โดยเรียกว่า Radio Wave Echoes และในช่วงเวลานี้ได้พัฒนาเป็นระบบ RADAR (Radio Direction and Ranging)
1923	Vladimir Zworykin ได้ค้นพบว่ามีการเปลี่ยนแปลงภาพของแสงไปเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ขณะทดลองการแตกตัวในอิเล็กตรอนของแสง
1926	J.L.Baird ชาวอังกฤษ ได้ค้นคิดพัฒนาสิ่งที่เป็นจุดเริ่มต้นของโทรทัศน์
1927	ได้ Electronic TV โดย Philo T. Farnsworth ได้สาธิตระบบโทรทัศน์วงจรปิด และ Allen B. Dumont ได้พัฒนา Picture Tube
1928	CRT Picture Display รับสัญญาณภาพจากสถานีส่งที่ห่างไกล
1929	Zworykin ร่วมมือกับ RCA (Radio Corporation of America) พัฒนาระบบโทรทัศน์ขึ้นมาเพื่อทางการค้า โดย RCA ภายใต้การบริหารงานที่มีความคิดที่กว้างไกลของ David Sarnoff
1939	เกิดการผลิต T.V. ออกสู่ท้องตลาด เกิดระบบ TV ขึ้น(รับ-ส่งภาพขาว-ดำ)
1941	FCC กำหนดมาตรฐานย่านการส่งสัญญาณโทรทัศน์ที่ 525 เส้น
1948	พัฒนาเครื่องมือวัดสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีจอแสดงผลแบบ CRT เรียกว่า Oscilloscope ในเชิงพาณิชย์
1950	เกิดระบบโทรทัศน์สี ใช้มาตรฐาน FCC
1951	มีการใช้ Shadow mask ในจอสี โดย Edward H. Herold
1968	Sony Corporation(Tokyo) พัฒนา CRT tube จอสี โดยปืนอิเล็กตรอน 1 ตัวที่มีลำแสงเป็น 3 ลำยิงไปที่ผิวจอที่ฉาบด้วยสารฟอสเฟอร์ โดยใช้เทคโนโลยีของ Aperture grill และ Striped ซึ่งทำให้การแสดงผลของภาพมีเฉดสีที่สูงและมีความคมชัดมากกว่าเดิม เรียกว่า เทคโนโลยี Trinitron จนถึงปัจจุบัน

Flat Panel Display

Light Emitting Diode (LED)

1960	LED เริ่มพัฒนาจากสารกึ่งตัวนำ เมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้าเข้าไปที่ pn Junction จะทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น
1962	LED ทำจากสารกึ่งตัวนำ จำพวก GaAsP (Gallium arsenide phosphide) คิดค้นและพัฒนาจากห้องปฏิบัติการหลายแห่ง เช่น Bell Lab., IBM, RCA Lab., HP และ Monsanto Chemical
1966	Bell Lab. ค้นพบวิธีการปรับคุณลักษณะการแสดงสีของสีเขียนออกมา โดยเติมแก๊สไนโตรเจนในสารกึ่งตัวนำ
1968	LED Display ผลิตออกสู่ท้องตลาดโดย Monsanto และ HP
1970	LED ถูกนำไปใช้ในเครื่องคำนวณแบบพกพา เครื่องมือวัดแบบพกพาชนิดต่างๆ
1974	LED ถูกนำไปใช้กับนาฬิกา
ปัจจุบัน	LED นำมาใช้ในโทรทัศน์ขนาดใหญ่ เช่น ในสนามกีฬาที่มีขนาด 30 - 60 ฟุต

Plasma Display

1915	เริ่มพัฒนาและคิดค้นจาก Neon Lamp ของ Georges Claude ชาวฝรั่งเศส ซึ่งจะใช้หลักการ Gas – Discharge ของ L.F. Weber
1927	Bell Lab. ใช้เทคโนโลยีของ Gas discharge ในระบบการแสดงภาพของโทรทัศน์
1950	มีการพัฒนา Nixie tube ลักษณะจะคล้ายกับหลอดสุญญากาศที่มีการแสดงผลเป็นเลขฐานสิบ (0-9)
1964	นักวิจัยของมหาวิทยาลัย Illinois แห่งสหรัฐอเมริกา ได้พัฒนาระบบ AC driven memory display ซึ่งเรียกได้ว่าเป็นจอ Plasma display panel เป็นครั้งแรก
1970	พัฒนาระบบการแสดงผลแบบ Self-Scan display โดย Burroughs Corporation แต่ในขณะเดียวกันบริษัท ฟูจิซึ (Fujitsu) ได้พัฒนาระบบการแสดงผลแบบ Self-Shift display โดยลดจำนวนวงจร circuit driver ลง DC Plasma Display พัฒนามาจาก Nixie tube ในช่วงนี้ Dot Matrix Display พัฒนาในเชิงพาณิชย์มากขึ้น แสดงตัวอักษรได้ดี ทำให้ได้รับการตอบรับเป็นอย่างดี แต่ในระยะแรกอายุการใช้งานค่อนข้างสั้น
1971	พัฒนาออกมาเชิงพาณิชย์ โดยเรียกเป็น DIGIVUE display มีอายุใช้งานนานขึ้น
1983	อเมริกาก่อตั้ง หน่วยงานสำหรับวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของ AC Plasma Display Panel ที่มีขนาด 1- 1.5 เมตร

1989	NHK ของประเทศญี่ปุ่น พัฒนา จอแบบ Plasma ใช้ในโทรทัศน์ขนาด 33 นิ้ว
1990	พัฒนาสีของจอแบบ Plasma ให้มีสีมากขึ้น

Electroluminescence EL

1936	เกิดขึ้นในครั้งแรกโดย Georges Destriau ค้นพบปรากฏการณ์การเรืองแสงจากสนามไฟฟ้า
1965	Sigmatron จาก Los Angeles วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี EL และได้ออกมาในรูปของ thin-film dot matrix display
1968	Sigmatron สร้าง Sunlight-readable numeric display
1974	Sharp Corporation (ประเทศญี่ปุ่น) ได้พัฒนา AC thin film EL display ที่มีอายุใช้งานนาน และความสว่างชัดขึ้นกว่าเดิม
1978	Sharp Corporation ได้พัฒนาโทรทัศน์ สีเดียวที่ทำงานด้วยสัญญาณภาพ (VIDEO) หลังจากนี้ได้รับความสนใจ ได้เริ่มพัฒนาจริงจังใน US เพื่อผลิตออกมาเชิงพาณิชย์
1980	Sharp ประสบความสำเร็จในการผลิตในเชิงพาณิชย์ ทางยุโรปผลิตออกมาด้วยระบบ Planar โดยใช้รูปแบบ Thin-film EL panel บริษัท Cherry Electrical Product ผลิต DC powder EL display

Vacuum Fluorescent Display (VFD)

1967	เกิดขึ้นครั้งแรกโดย Dr. T. Nakamura แห่ง Ise Electronics ซึ่งใช้เป็น single-digit display ด้วยรูปร่างที่แบน และบาง แต่การแสดงผลคล้ายของ CRT โดยใช้กำลังไฟฟ้าที่น้อยกว่า ใช้ Anode ที่ทำด้วยเซรามิคซึ่งถูกผนึกไว้ภายในหลอดแก้ว บริษัท NEC และ บริษัท Futaba ได้นำไปประยุกต์ใช้เป็นเครื่องคิดเลขหรือเครื่องคำนวณ และพัฒนาให้มีขนาดเล็กลง การแสดงผลได้หลาย digit แต่ก็ยังคงใช้สารเซรามิค บริษัท Futaba ได้พัฒนาให้มีการแสดงผลได้หลาย digit โดยใช้แก้วที่มีราคาถูกกว่า จึงได้ครองตลาดมากที่สุด และบริษัทซัมซุง (เกาหลี) ได้นำมาประยุกต์ใช้ในทางด้านเตาอบไมโครเวฟกับ Video Cassette Recorder (VCR)

Liquid Crystal Display (LCD)

1888	เริ่มค้นพบโดย Reinitzer
1920-	ค้นพบหลักการพื้นฐานของ LCD โดย Mauguin ในขณะเดียวกันก็มีการศึกษาผลกระทบของ

1930	Electro-Optic
1936	Marconi Wireless Telegraph Company ได้ใช้หลักการนี้ในการจด patent light value device แสดงผลด้วย LCD
1950	Westinghouse Research Laboratories ได้ค้นพบการนำ cholesteric liquid crystal ไปใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิ
1960	คิดค้นผลกระทบของสนามไฟฟ้า กับวัสดุที่จะนำไปใช้ในงานด้านนี้
1962	มีเอกสารอ้างอิงเรื่อง “Molecular Structure and the Properties of Liquid Crystals” โดย Dr. Georges W Gray ทำให้ความรู้เรื่อง LCD เริ่มแพร่หลาย และเข้ามามีบทบาทมากขึ้น
1963	Drs. Richard Williams and George Heilmeier แห่ง David Sarnoff Research Center ค้นหาวิธีการประยุกต์ใช้ LCD เป็นแนวคิดที่ว่า “TV-on-a-wall” ทำให้เกิดความรู้ขึ้นมากมายจากการค้นคว้า
1969	RCA พัฒนาจอให้มีขนาดใหญ่ขึ้น ที่เป็นโทรทัศน์แบบ LCD จนในที่สุด 16 ปีผ่านไปได้เห็นกันในรูปแบบของ “point-of-purchase” James L. Fergason ค้นพบ “Twisted-Nematic (TN) field-effect LCD” เพื่อให้ใช้กับนาฬิกา เครื่องคิดเลข และโทรทัศน์
1969	ได้ประยุกต์ไปใช้ในเครื่องมือวัด นาฬิกาไฟฟ้า นาฬิกาแบบดิจิตอล สกอร์บอร์ด ป้ายบนทางด่วน และคอมพิวเตอร์
1970-1972	เริ่มมีการนำ VLSI (Very Large Scale Integration) มาประยุกต์ใช้ช่วยในการ Driving และ Timekeeping Function
1974	พัฒนานาฬิกาแบบ LCD digital เป็นเครื่องแรกด้วยการใช้ “Dynamic Scattering Effect” แต่ยังเป็นการใช้แรงดันไฟฟ้าที่สูง และมีมุมมองที่จำกัด
1976	ในประเทศญี่ปุ่นประยุกต์การใช้งาน TN-LCD มาใช้ในเครื่องคิดเลข และนาฬิกา จนได้รับความนิยมกันมากขึ้น
ปัจจุบัน	- LCD แบบ DSTN หรือ Dual-Scan Twisted Nematic นั้นเป็นจอ LCD แบบ Passive Matrix - LCD แบบ TFT หรือ Thin Film Transistor นั้นถูกพัฒนาเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของ จอ LCD แบบ DSTN โดยจอแบบ TFT นี้จะเป็นแบบ Active Matrix

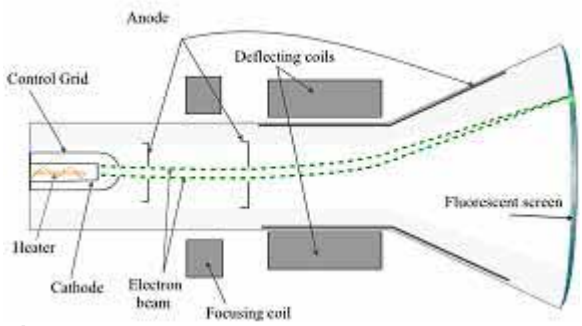
Organic Light Emitting Diode OLED

1996	เริ่มครั้งแรกในทดลอง LED Polymer
1997	Universal Display Corporation ประกาศถึงความก้าวหน้าในการพัฒนาจอภาพแบบงอได้

1998	ใช้สารอินทรีย์ในการสร้าง OLED สีเขียว
2000	NEC, Samsung พัฒนา Organic บน Wireless Displays
2001	Sony พัฒนาจอ OLED สีที่ใหญ่ที่สุดขนาด 13 นิ้ว Resolution ขนาด 800x600 pixels Toshiba พัฒนาจอ OLED ให้มีสีถึง 260,000 สี เป็นเจ้าแรก
2002	OLED พัฒนาบนโทรศัพท์มือถือ
2003	พัฒนาสี OLED ให้มีสีเพิ่มขึ้นบนอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ ,PDA
2004	พัฒนาให้จอ OLED มีอายุใช้งานได้นานถึง 50,000 ชม.
2005	Samsung พัฒนาจอ OLED ใช้ในโทรทัศน์ขนาด 21 นิ้ว

Cathode Ray Tube (CRT)

Cathode Ray Tube (CRT) – “จอซีอาร์ที” หรือจอแสดงผลแบบหลอดภาพ



รูปที่ 2 แสดงส่วนประกอบของจอภาพแบบซีอาร์ที CRT

เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1897 โดย นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันชื่อ Karl Ferdinand Braun โดยพัฒนาเป็นเครื่องมือที่เรียกว่า Oscilloscope ที่ใช้เป็นเครื่องวัดค่าสัญญาณทางไฟฟ้า เริ่มผลิตออกมาในเชิงพาณิชย์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1922 ในรูปแบบของจอโทรทัศน์ จนถึงทุกวันนี้

การทำงานของจอ CRT

จะทำงานอยู่ภายในหลอดสุญญากาศ โดยภายในจะมี Heater Element (ไส้หลอด) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะเกิดความร้อนขึ้น ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากวงโคจรรอบนิวเคลียสของอะตอม ในโมเลกุลของก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดภาพ แล้วจึงถูกสนามไฟฟ้าจากแผ่นโลหะที่มีรูที่เจาะเอาไว้วางอยู่ด้านหน้า element นี้ ซึ่งรับแรงดันไฟฟ้าด้วยแรงดันที่สูง (High Volts) ซึ่งจะทำให้เกิดการแตกตัวของ ion ของก๊าซเฉื่อย แล้วเกิดการเรืองแสงเป็นสีน้ำเงินขึ้นที่บริเวณผิวหน้าของจอภาพ อันเนื่องมาจากพลังงานของลำอิเล็กตรอนที่พุ่งไปตกกระทบผิวจอ โดยเราควบคุมขนาด และตำแหน่งการตกกระทบของ

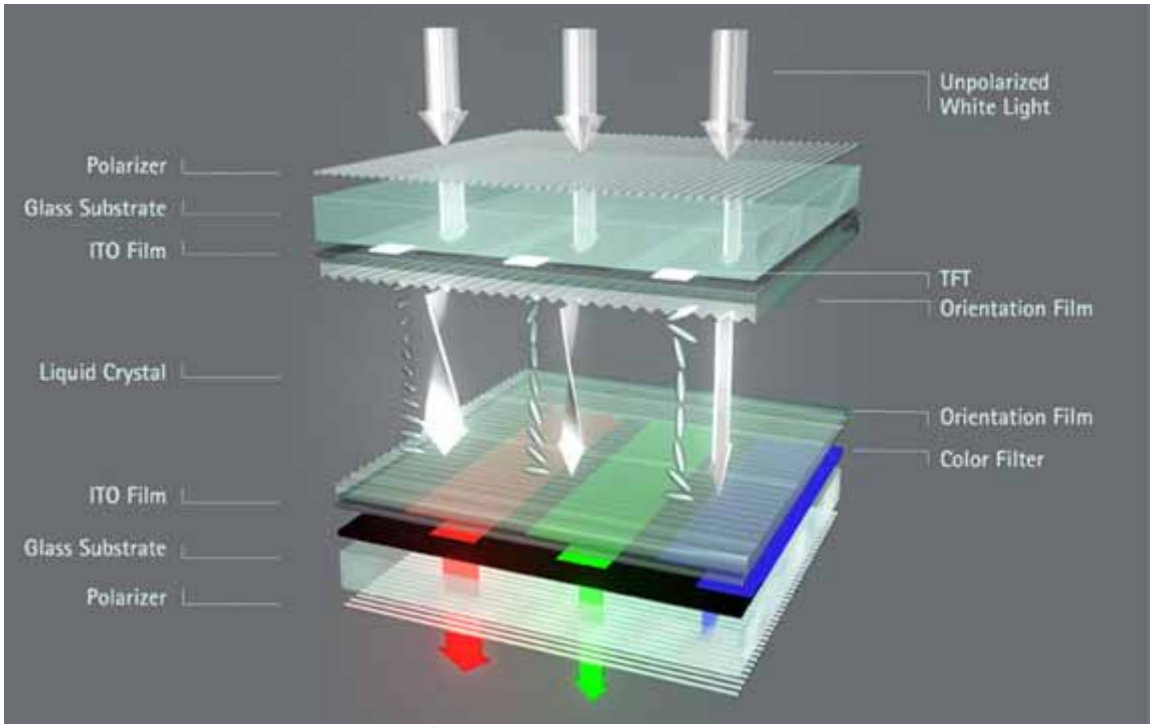
อิเล็กตรอนได้ ด้วยการใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้า หรือใช้สนามแม่เหล็กคล่อมที่ความกว้างของหลอดภาพ ต่อมาได้พัฒนาให้เพิ่มความสามารถด้านความคมชัด และความละเอียดของสี ด้วยการใช้ปืนอิเล็กตรอน (Electron Gun) พร้อมทั้ง เพิ่มจำนวนสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นที่บริเวณคอของหลอดภาพ เมื่อลำแสงอิเล็กตรอนพุ่งผ่านคอไปแล้ว จะถูกควบคุมด้วยการกราดตรวจ (Scan) ลำแสงอิเล็กตรอนในการพุ่งไปตกกระทบผิวจอหลอดภาพ ณ.ตำแหน่งที่ต้องการ ด้วยการใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าให้เบี่ยงเบนไปตามความต้องการ หลังจากอิเล็กตรอนพุ่งไปตกบนผิวจอภาพ ที่มีการฉาบเคลือบผิวด้วยสารฟอสฟอร์ (Phosphor – สารเคมีที่จะเรืองแสงเมื่อมีอิเล็กตรอนมาตกกระทบ) ทำให้เกิดเป็นจุดแสงที่สว่างและมืดบนจอได้

สำหรับจอสี ลำของอิเล็กตรอนที่ยิงออกมาก่อนจะถึงฟอสฟอร์จะต้องผ่านส่วนที่เรียกว่า หน้ากาก (Shadow Mask) ซึ่งแผ่นโลหะมีรูอยู่ตามจุดของฟอสฟอร์ เมื่อทำหน้าที่ช่วยให้ลำแสงอิเล็กตรอนมีความแม่นยำสูงขึ้นแล้ว ระยะระหว่างรูบนหน้ากาก (Shadow Mask) ก็คือ ระยะระหว่างแต่ละจุดที่จะปรากฏบนจอด้วย โดยเราจะเรียกว่า dot pitch จอภาพที่มีระยะ dot pitch ต่ำจะมีความคมชัดสูงกว่า แต่ละจุดบนจอภาพสี จะประกอบด้วยฟอสฟอร์ 3 จุด คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน อย่างละหนึ่งจุด การยิงอิเล็กตรอนจะเริ่มจากมุมซ้ายบนและไล่ไปตามแนวนอน เมื่อสิ้นสุดจอก็จะกลับไปเริ่มต้นที่แถวถัดไป ซึ่งการย้ายแนวอิเล็กตรอน จากท้ายแถวหนึ่งไปยังจุดเริ่มต้นของแถวถัดไปนี้ เราเรียกว่า การกราดตรวจแบบแรสเตอร์ (Raster Scanning)

รูปที่ 3 แสดงภาพจอแบบ CRT

จอ LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystal Display (LCD) – ที่หลายๆคนเรียกว่า “จอแอลซีดี” หรือจอภาพผลึกเหลว ที่เรียกผลึกเหลวก็เพราะว่าสถานะของเจ้าผลึกเหลวนั้นอยู่ระว่าง ของแข็งกับของเหลว



รูปที่ 4 แสดงส่วนประกอบของจอ

การทำงาน LCD

เรามาดูโครงสร้างของจอภาพแบบ LCD ทั่วๆ ไปกันก่อน ส่วนประกอบหลัก ๆ ของจอภาพจะมีประมาณ 7 ส่วนด้วยกัน ชั้นในสุดจะเป็นหลอดฟลูออเรสเซน เพื่อทำหน้าที่ให้แสงสว่างออกมา (ดังนั้นบางทีจึงเรียกกันว่าเป็นจอแบบ backlit คือให้แสงจากด้านหลัง ซึ่งต่างจากจอ LCD ที่เราพบในอุปกรณ์ขนาดเล็กทั่วไป ที่มักจะเป็นจอขาว-ดำที่ไม่มีแหล่งกำเนิดแสง แต่ใช้แสงที่ส่องจากด้านหน้าจอเข้าไปสะท้อนที่ฉากหลังออกมา ซึ่งไม่สว่างมากแต่ก็ประหยัดไฟกว่า เครื่องคิดเลขเล็ก ๆ นาฬิกา หรือแม้แต่คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กบางรุ่น เช่น palm ก็ยังใช้จอแบบนี้) ถัดมาเป็นส่วนของ diffuser หรือกระจกฝ้าที่ทำให้แสงที่กระจายออกมามีความสว่างสม่ำเสมอ ส่วนที่สามจะเป็น polarizer ซึ่งก็คือฟิลเตอร์ชนิดหนึ่งที่ยอมให้คลื่นแสงในแนวใดแนวหนึ่งผ่านได้ แต่จะไม่ยอมให้คลื่นแสงในอีกแนวหนึ่งผ่านไปได้ ซึ่งส่วนมากนิยมจะวางให้คลื่นแสงในแนวนอนผ่านออกมาได้ ต่อมาก็จะเป็นชั้นของแก้วหรือ glass substrate ซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานสำหรับขั้ว electrode (ขั้วไฟฟ้า) ชั้นนอกถัดออกมาอีกก็จะเป็นชั้นของ liquid crystal หรือชั้นของผลึกเหลว โดยจะมีชั้นถัดมาเป็นแผ่นแก้วปิดเอาไว้เพื่อไม่ให้ผลึกเหลวไหลออกมาได้ ส่วนชั้นนอกสุดจะเป็น polarizer อีกชั้นหนึ่งซึ่งนิยมวางให้ทำมุม 90 องศากับ polarizer ตัวแรก ส่วนถ้าเป็นจอสีก็จะมีฟิลเตอร์สี (แดง เขียว และน้ำเงิน) คั่นอยู่ก่อนที่จะถึง polarizer ตัวนอกสุด

ส่วนการทำงานของจอภาพแบบนี้ จะเป็นดังนี้ เริ่มแรกแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนจะส่องผ่าน diffuser ออกมา แสงที่ผ่านออกมานี้จะมีคลื่นแสงกระจายอยู่ทุกทิศทุกทาง เมื่อนำแสงนี้มากระทบกับ polarize ตัว polarizer จะกรองให้เหลือแต่คลื่นแสงในแนวนอนผ่านออกมาได้ เมื่อแสงผ่าน polarizer ออกมาแล้วก็จะมาถึงชั้นของผลึกเหลว ซึ่งจะถูกกระตุ้น (charge) ด้วยกระแสไฟจากขั้วไฟฟ้าบน glass substrate ผลึกเหลวที่กระตุ้นด้วยกระแสไฟฟ้าแล้วจะเกิดการบิดตัว

ของโมเลกุล ซึ่งจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยเข้าไป โดยจุดที่ถูก charge มากที่สุดจะบิดตัวได้ถึง 90 องศา เมื่อแสงผ่านชั้นของผลึกเหลวนี้แล้วก็จะบิดตัวไปตาม โมเลกุลของผลึกเหลวด้วย ต่อมาเมื่อแสงเดินทางมาถึง polarizer ตัวนอกสุดซึ่งจะยอมให้เฉพาะคลื่นแสงในแนวตั้งเท่านั้น ผ่านออกมาได้ คลื่นแสงที่ถูกบิดตัวตามผลึกเหลวถึง 90 องศาก็จะผ่านตัว polarizer ออกมาได้มากที่สุดกลายเป็นจุดสว่างให้เรามองเห็น ส่วนคลื่นแสงที่ถูกบิดตัวน้อยก็จะผ่านออกมาได้น้อย ทำให้เราเห็นเป็นจุดที่มีความสว่างน้อย ส่วนคลื่นแสงส่วนที่ไม่ถูกบิดตัวเลย ก็จะไม่สามารถผ่าน polarizer ออกมาได้ ทำให้กลายเป็นจุดมืดบนจอภาพ ส่วนถ้าเป็นจอแบบ LCD สี ก่อนที่แสงจะมาถึง polarizer ตัวที่สองก็จะมีฟิลเตอร์สีทำให้แสงที่ออกมานั้นมีสีตามฟิลเตอร์นั้นด้วย

Passive-Matrix LCD

ในจอภาพแบบ passive-matrix การกระตุ้น charge แต่ละจุดบนจอจะทำโดยการตรวจกวาด (scan) หรือส่งสัญญาณไปสร้างภาพหรือควบคุมการบิดตัวตรงจุดนั้น ทั้งทางแนวตั้งและแนวนอน เริ่มจากจุดที่หนึ่ง (คอลัมน์ที่ 1) ในแถวที่ 1, จุดที่สองในแถวที่ 1, จุดที่สาม... ไปเรื่อย ๆ แล้ววนกลับมาจุดแทรกในแถวที่สอง.... ไปเรื่อย ๆ ตามลำดับจนกว่าจะควบคุมทุกจุดบนจอ

Super-Twisted Nematic (STN)

จอภาพ passive matrix รุ่นใหม่ ๆ มักจะมีกลไกที่เรียกว่า Super-Twisted Nematic หมายถึงโมเลกุลของผลึกเหลว (Nematic Modecule) จะมีการบิดตัวได้มากกว่าปกติ เช่น เบี่ยงเบนแสงได้ถึง 180 หรือ 270 องศา (จากปกติที่เป็น 90 องศา) ทำให้ได้ภาพที่ดีขึ้น และได้พัฒนาไปเป็น Dual-scan STN ในปัจจุบัน

Active-Matrix LCD

โครงสร้างของจอภาพแบบ Active ที่ต่างจากจอภาพแบบ Passive ก็คือในชั้นของ Glass substrate แทนที่จะเป็นขั้วไฟฟ้าธรรมดาก็จะเป็นทรานซิสเตอร์ที่สร้างจากแผ่นฟิล์มบาง ๆ (ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ TFT หรือ Thin Film Transistor) ทรานซิสเตอร์เหล่านี้ช่วยทำให้การ charge ผลึกเหลวเป็นไปอย่างรวดเร็วและที่ดียิ่งขึ้น

รูปที่ 5 แสดงภาพจอแบบ LCD

Plasma Display – Light Emitting Diode (LED)

การทำงานของ Plasma

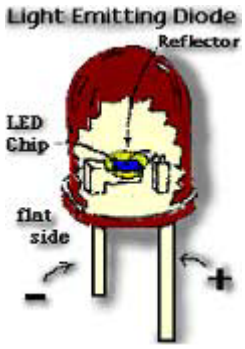
เป็นจอภาพที่มีลักษณะแผ่นเรียบบาง พลาสมาเกิดขึ้นจากแก๊สที่แตกตัวกลายเป็นอิออน กับ อิเล็กตรอน (ประจุลบ) ในสภาวะปกติ อะตอมของแก๊สเป็นกลางทางไฟฟ้า มีจำนวนโปรตอน (ประจุบวก) เท่ากับจำนวน อิเล็กตรอน ทำให้ประจุไฟฟ้าสุทธิ ของอะตอมเป็นศูนย์ และถ้าผ่านกระแสไฟฟ้า หรืออิเล็กตรอนอิสระเข้าไปในแก๊ส มันจะวิ่งเข้าชนอะตอมของแก๊ส ทำให้อิเล็กตรอนที่โคจรรอบนิวเคลียส ของแก๊สหลุดออก อะตอมขาดความสมดุล มีประจุบวกมากกว่าประจุลบ อยู่ในสภาวะอิออน อิเล็กตรอนอิสระจาก กระแสไฟฟ้าวิ่งเข้าแทนที่อิเล็กตรอนที่หลุดออกไป เข้าสู่วงโคจรด้านนอก และลดระดับเข้าสู่วงโคจรด้านใน ปลดปล่อยพลังงานออกมาเป็นรูปของโฟตอน (พลังงานแสง) จอพลาสมาประกอบขึ้นจากเซลขนาดเล็กนับล้านเซล ภายในเซลแต่ละเซลบรรจุแก๊สซีนอนหรือนีออน เซลทั้งหมดถูกแผ่นแก้วทั้งสองประกบอยู่ มีเส้นอิเล็กโตรด เดินอยู่บนแผ่นแก้ว ข้างล่างแผ่นแก้ว เป็นเลขที่อยู่ของขั้วไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าทั้งสองฝั่งของแผ่นแก้วจะมีลักษณะตัดกัน(Cross) ด้านบนเดินเป็นแนวนอน ส่วนด้านล่างเดินอยู่ในแนวตั้งฉาก เมื่อจุดตัดของอิเล็กโตรดทั้งสองมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะเกิดแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดบน และจุดล่าง กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านเซลนั้นได้ อะตอมของแก๊สในเซลจะปลดปล่อยแสงอัลตร้าไวโอเล็ต ซึ่งเป็นแสงที่ตามองไม่เห็น ดังนั้นภายในเซลจึงต้องฉาบฟอสฟอรัส 1 เซลต่อหนึ่งสี 1 จุดแสง มี 3 เซล ประกอบด้วย 3 สี เมื่อแสงอัลตร้าไวโอเลตกระทบเข้ากับอะตอมของฟอสฟอรัส มันจะกระตุ้นให้อะตอมของฟอสฟอร์ ปลดปล่อยแสงที่ตามองเห็นออกมา

การปรับเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าของเซลแต่ละเซล สามารถเปลี่ยนความเข้มของสีแสงได้

ข้อเด่นของจอแบบพลาสมาคือคุณสามารถสร้างจอให้มีขนาดใหญ่เท่าไรก็ได้ เพราะจุดแสงแต่ละจุดไม่ขึ้นต่อกัน ภาพที่ได้ออกมามีความสว่างและคมชัดมาก มองจากมุมใดก็ได้ ความสว่างไม่ลดลง และยังทำให้จอมีขนาดบางเหมือนกับนำรูปภาพไปแขวนไว้

รูปที่ 7 แสดงภาพจอภาพแบบ Plasma

Light Emitting Diode (LED)



รูปที่ 8 แสดงภาพส่วนประกอบของจอแบบ LED

การทำงานของ LED

เป็นอุปกรณ์จำพวกสารกึ่งตัวนำ เมื่อจ่ายไฟเข้าไปในรูปของการ Forward bias จะมีอิเล็กตรอน และ hole ไหลผ่าน pn junction จากอิเล็กโทรด เมื่ออิเล็กตรอนวิ่งมาพบ hole อิเล็กตรอนจะคายพลังงานออกจนถึงระดับต่ำพอที่จะเข้าไปอยู่ในวงโคจรรอบนิวเคลียส (อยู่ในรูปของโฟตอน คือจะเปล่งแสงออกมา) สีของแสงที่ปรากฏขึ้นอยู่กับสารอนินทรีย์ที่ผสมในสารกึ่งตัวนำ และออกมาใกล้เคียง แสงอุลตร้าไวโอเลต แสงที่มองเห็นได้ และแสงอินฟาเรด

ปัจจุบันนี้ LED สามารถนำมาพัฒนาเป็นจอโทรทัศน์ ขนาดใหญ่ ตั้งแต่ 30 – 60 ฟุต และมีคุณสมบัติที่สามารถเห็นได้ขณะที่ตั้งอยู่กลางแจ้ง มีหลักการทำงานพื้นฐานเหมือนกับทีวีแบบ CRT ที่เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าจากสายอากาศหรือจากเครื่องเล่นวีดีโอเป็นจุดแสงหน้าจอ

โทรทัศน์ขนาดใหญ่ที่ใช้หลอด LED สีแดง เขียว และน้ำเงิน แทนจุดแสง 1 จุด (1 โมดูล) ดังนั้นบน จอโทรทัศน์ 1 โมดูล เกิดจากหลอด LED อย่างน้อย 3 หลอด (สีแดง เขียว และน้ำเงิน) อย่างไรก็ตาม 1 โมดูล อาจประกอบด้วย หลอดมากกว่า 3 ดวงก็ได้ ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบ ขนาดของ 1 โมดูล เพื่อจะได้ภาพที่มีรายละเอียดชัดเจนจะต้องใช้หลอด LED เป็นจำนวนนับแสนดวงเรียงกันเป็นตาข่าย ยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการภาพที่มีรายละเอียดของจุด 640 x 480 ต้องใช้จุดแสงจำนวน 307200 จุด นั่นก็หมายความว่าต้องใช้หลอด LED อย่างน้อย 307200 x 3 = 921600 ดวง

รูปที่ 9 แสดงภาพจอภาพแบบ LED

ตราบใดที่ยังมีการคิดค้นสิ่งใหม่ๆ เทคโนโลยีด้านการแสดงผลก็ยังคงต้องพัฒนาขึ้นไปเรื่อยๆ ในอนาคตอาจจะได้เห็น OLED หรือ มีการใช้ Nano technology ที่เรียกว่า Carbon nanotube มาใช้ในการผลิตอุปกรณ์แสดงผล กันมากขึ้น หรือแม้แต่อาจจะทำให้ CRT ต้องกลายเป็นอดีตไปก็เป็นได้ ถ้าคนเราไม่เห็นความสำคัญของ CRT แล้ว ซึ่งนั่นก็หมายถึงว่า CRT จะถูกแทนที่ด้วย เทคโนโลยีอื่นๆ ที่ใหม่กว่า ดีกว่า และที่สำคัญต้องถูกกว่า

ขอขอบคุณ วิชาการ.คอม