งานวิจัยนี้มุ่งเน้นที่การศึกษาพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของหยดน้ำและหยดกาวยูวีภายใต้สนามไฟฟ้าซึ่งเกิดจากการจ่ายประจุบวกและประจุลบให้กับขั้วไฟฟ้าซึ่งวางขนานกัน สนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนั้นจะไปรบกวนสมดุลของแรงตึงผิวทำให้หยดของเหลวเกิดการเคลื่อนที่ โดยเทคนิคนี้มีชื่อเรียกว่า "Electro-wetting on dielectric (EWOD)" ในงานวิจัยนี้อุปกรณ์ EWOD ได้ถูกสร้างขึ้นด้วยกรรมวิธี 2 แบบคือ สร้างจากแผ่นปริ้นท์ทองแดงและสร้างจากการใช้สารเคมีไวแสง การใช้แผ่นปริ้นท์ในการสร้างขั้วไฟฟ้าของอุปกรณ์ EWOD นั้นจะใช้ต้นทุนในการสร้างที่ถูกและสามารถสร้างได้ง่าย เพราะนอกจากการนำแผ่นปริ้นท์ทองแดงมาสร้างขั้วไฟฟ้าแล้ว พลาสติกห่ออาหารและน้ำยาเคลือบกระจกรถยนต์ยังได้ถูกนำมาใช้เป็นชั้นฉนวนและชั้นไฮโดรโฟบิกตามลำดับอีกด้วย

การสร้างอุปกรณ์ EWOD โดยใช้สารเคมีไวแสง เริ่มจากการออกแบบขนาดและรูปร่างของขั้วไฟฟ้า โดยขั้วไฟฟ้าที่ออกแบบนั้นจะต้องมีค่าอัตราส่วนของระยะห่างของขั้วไฟฟ้าแต่ละขั้วกับความกว้างของขั้วไฟฟ้าที่น้อยที่สุด ที่ยอมรับได้และในขณะเดียวกันขนาดที่ออกแบบนั้นต้องเหมาะสมกับขนาดของหยดของเหลวที่ต้องการควบคุมด้วยเช่นกัน ในงานวิจัยนี้โลหะเงินได้ถูกใช้ในกระบวนการสปัตเตอริงเพื่อสร้างขั้วไฟฟ้าแทนการใช้โลหะที่มีราคาสูงเช่น ทองและทองคำขาวเพื่อเป็นการลดต้นทุนในการผลิต โพลีไดเมธิลไซลอกเซนถูกนำมาใช้ในการสร้างชั้นฉนวนของอุปกรณ์ EWOD จากนั้นสารเทฟลอนได้ถูกนำมาเคลือบเป็นชั้นผิวบนสุด เพื่อเป็นการเพิ่มค่ามุมสัมผัสระหว่างหยดของเหลวกับผิวของอุปกรณ์ EWOD

ในการทดสอบอุปกรณ์ EWOD เพื่อศึกษาเกี่ยวกับค่าตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนที่ของหยดของเหลว พบว่าอุปกรณ์ EWOD ที่สร้างจากแผ่นปริ้นท์สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของหยดน้ำบนอุปกรณ์ EWOD ได้โดยใช้ค่าความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าที่ต่ำเพียง 50 เฮิร์ทซ์ และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า 300 โวลต์ ขึ้นไป การทดสอบอุปกรณ์ EWOD ที่สร้างโดยใช้สารเคมีไวแสง ในการทดสอบนี้จะแยกการทดสอบออกเป็น 5 การทดสอบ เริ่มจากการทดสอบผลของความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่มีต่อความเร็วสูงสุดในการเคลื่อนที่ของหยดของน้ำปริมาตร 5 ไมโครลิตร ที่ความถี่ของกระแสไฟฟ้า 18 กิโลเฮิร์ทซ์ พบว่า ค่าความเร็วสูงสุดที่หยดน้ำสามารถเคลื่อนที่ได้จะแปรผันกับค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้า โดยมีความสัมพันธ์กันดังสมการ

$$v_{max} = 0.0068V^2 - 3.6049V + 478.95$$

การทดสอบที่สองทำการทดสอบการเคลื่อนที่ของหยดกาวยูวีบนอุปกรณ์ EWOD พบว่าหยดกาวสามารถเคลื่อนที่ได้เมื่อป้อนค่าความต่างศักย์ตั้งแต่ 400 โวลต์ขึ้นไปและหยดกาวที่ถูกป้อนด้วยค่าความถี่สูงจะเคลื่อนที่ได้เร็วกว่ากว่าหยดกาวที่ถูกป้อนด้วยค่าความถี่ต่ำกว่าที่ค่าความต่างศักย์เท่ากัน การทดสอบส่วนที่สามคือการทดสอบผลของค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าและความถี่ที่มีต่อการแยกตัวของหยดน้ำพบว่าหยดน้ำจะสามารถแยกตัวได้เมื่อป้อนค่าความต่างศักย์ให้กับอุปกรณ์ EWOD ตั้งแต่ 300 โวลต์ขึ้นไป การทดสอบที่สี่คือการศึกษาพฤติกรรมการแยกตัวของหยดกาวยูวีโดยใช้อุปกรณ์ EWOD แบบปิด ซึ่งใช้ค่าความถี่ของสัญญาณไฟฟ้าในช่วง 50 เฮิร์ทซ์ ถึง 18 กิโลเฮิร์ทซ์ และค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าตั้งแต่ 300 ถึง 600 โวลต์ จากการทดสอบนี้พบว่าหยดกาวยูวีไม่สามารถแยกออกจากกันได้เมื่อป้อนค่าความต่างศักย์ที่ต่ำกว่า 500 โวลต์เนื่องจากแรงดึงระหว่างโมเลกุลกาวมีค่าสูง การทดสอบสุดท้ายคือการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าความหนืดของน้ำเชื่อมกับค่าความต่างศักย์ที่ใช้ในการแยกหยดน้ำเชื่อมโดยใช้อุปกรณ์ EWOD แบบปิด โดยทำการแยกหยดน้ำเชื่อมที่มีค่าความหนืดอยู่ระหว่าง 1 เซนติพอยส์ ถึง 310 เซนติพอยส์ ปรากฏว่าค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ต้องจ่ายให้กับขั้วไฟฟ้าเพื่อใช้ในการแยกหยดน้ำเชื่อมจะแปรผันตามค่าความหนืดของน้ำเชื่อมดังสมการ

$$V = -0.003\mu^2 + 1.898\mu + 221$$

This research is aimed to study the moving behavior of water and UV activated glue droplets under electrical field created by adjacently applying positive and negative electrical charges on two parallel electrodes. The electrical field disturbs the equilibrium of surface tension and causes the droplets to move. This technique is the so-called, "Electro-wetting on dielectric (EWOD)". In this work, the EWOD devices were made from electrical boards and from highly light-responsive compound. The EWOD devices made from electrical boards are very cheap and easy to build. The electrode layout was laid on top of the electrical board, while plastic wrap and windshield liquid were used to create dielectric and hydrophobic layers, respectively.

The fabrication of EWOD devices with highly light-responsive compound started from designing the size and shapes of electrodes. The electrode layout must have minimum allowable percentage of gap per electrode area, while must be suitable for controlling the droplets with specific size. In this work, silver was used as the electrode materials in place of the expensive novel materials like gold and platinum in order to reduce the cost of electrode creation by sputtering process. Polydimethylsiloxane was applied to create the dielectric layer, and then the finishing surface was coated with Teflon-AF to create the hydrophobic layer, thus increase the contact angle between droplets and the EWOD surface.

During the droplet movement experiments, the EWOD devices made from electrical board can control the movement of water droplet with the frequency and applied voltage as low as 50 Hz and

300 V. The EWOD devices made from highly light-responsive compound were tested in 5 different categories. In the first testing category, the electrical charges were applied at the frequency of 18 kHz to the electrodes suitable for controlling the water droplets of 5 micro-liters in order to find the maximum responsive velocity. The results illustrate the relation between the maximum linear velocity of moving droplets and the applied voltage, which can be shown as

$$v_{max} = 0.0068V^2 - 3.6049V + 478.95$$

In the second testing category, the droplet of UV activated glue was experimentally moved on top of the EWOD plate. The droplet of UV activated glue could move when the applied voltage is about or greater than 400 V. The higher applied voltage causes the UV activated glue droplet to move faster. During the third testing category, the water droplets were split into half on top of the closed-type EWOD devices. The frequency has almost no effects on the splitting behavior of the water droplet. The water droplets started to divide when the applied voltage is about or greater than 300 V. The splitting behavior of UV activated glue droplets is the objective of the fourth testing category. Due to the high tension between glue molecules, the EWOD devices could not split the glue droplets even the applied voltage reached 500 V. In the last testing category, the solution of sugar in water with different concentration and different viscosity in the range of 1 to 310 centipoises was split on top of the EWOD devices. The experimental results show the relation between the minimum applied voltages needed to split the droplet of sugar-water solution and the viscosity of the droplet as

$$V = -0.003\mu^2 + 1.898\mu + 221$$