อิเล็กโตรสปินนิ่ง (electrospinning) เป็นวิธีสังเคราะห์เส้นใยนาโนพอลิเมอร์และเซรามิก ทั้งที่มีลักษณะตันและกลวง เส้นใยมีความยาวต่อเนื่อง เส้นผ่าศูนย์กลางคงที่ ขนาดระดับตั้งแต่นาโนเมตรถึงหลายไมโครเมตร นอกจากนี้ยังสังเคราะห์เส้นใยนาโนได้หลากหลายชนิดอีกด้วย ในการวิจัยได้สร้างระบบอิเล็กโตรสปินนิ่งอย่างง่าย แล้วนำระบบที่สร้างขึ้นนี้มาทดสอบและสังเคราะห์เส้นใยนาโนพอลิเมอร์ จำนวน 5 ชนิด คือ โพลีอะไครโลไนไตรล์ (PAN) โพลีไวนีล-แอลกอฮอล์ (PVA) โพลีไวนีลไพโรลิโดน (PVP) โพลีเอทิลลีนออกไซด์ (PEO) และโพลี-ไวนีลอะซีเตต (PVAc) เพื่อศึกษาผลของระยะห่างจากเข็มถึงวัสดุรองรับ ความต่างศักย์ไฟฟ้า ความเข้มข้นและอัตราการไหลของสารละลาย พบว่าปัจจัยเหล่านี้ล้วนมีผลต่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความต่อเนื่องของเส้นใย อีกทั้งได้แนวทางการสังเคราะห์เส้นใยนาโนให้ได้ปริมาณมาก โดยการปรับตั้งตัวแปรเริ่มต้นแล้วสังเกตุการเกิดเส้นใยนาโน หากยังไม่ต่อเนื่องจึงทำการปรับเงื่อนไขภายในระบบ จนกระทั่งพบการเกิดเส้นใยอย่างต่อเนื่องและไม่พบหยดของสารละลายบนแผ่นเส้นใยนาโน เส้นใยนาโนพอลิเมอร์ที่สังเคราะห์ได้ถูกนำมาศึกษาคุณลักษณะด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิง (SEM) แสดงให้เห็นว่ามีผิวเรียบ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 50 นาโนเมตร ถึง 1,200 นาโนเมตร แต่พบว่าเส้นใยนาโนของ PEO มีลักษณะขรุขระ อีกทั้งยังพบลักษณะที่เส้นใยเชื่อมตัวติดกันในเส้นใยนาโนพอลิเมอร์ของ PEO และ PVAc นอกจากนี้ยังพบว่ามีบีดส์เกิดขึ้นในแผ่นเส้นใยนาโนของ PVA ส่วนเส้นใยนาโนพอลิเมอร์ของ PAN และ PVP มีผิวเรียบ เส้นใยไม่เชื่อมติดกัน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางค่อนข้างสม่ำเสมอ และปริมาณบีดส์ในแผ่นเส้นใยมีปริมาณน้อย อีกทั้งขั้นตอนการเตรียมสารละลายทำได้ง่าย ดังนั้นจึงได้เลือกใช้สารละลายพอลิเมอร์ทั้งสองชนิดสำหรับการสังเคราะห์เส้นใยนาโนเซรามิก

การศึกษาครั้งนี้ยังได้สังเคราะห์เส้นใยนาโนเซรามิกของโซเดียมโคบอลต์ออกไซด์ (Sodium cobalt oxide, $NaCo_2O_4$) แบเรียมสตรอนเตียมไททาเนต (Barium strontium titanate, $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$) และไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide, TiO_2) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 20 นาโนเมตร ถึง 200 นาโนเมตร เส้นใยนาโนคอมโพสิตซึ่งสังเคราะห์ได้จากระบบอิเล็กโตรสปินนิ่งและเส้นใยนาโนที่ผ่านการแคลไซน์แล้ว ถูกนำมาศึกษาสมบัติด้วยเทคนิค TG-DTA, การเลี้ยวเบนรังสีเอ็กซ์ (XRD), การกระเจิงรามาน (Raman spectroscopy), Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy, การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิง, การถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบทรานสมิสชัน (TEM) และการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบแรงระหว่างอะตอม (AFM) ผลการวิเคราะห์สมบัติด้วยเทคนิคเหล่านี้แสดงให้เห็นถึงผลของอุณหภูมิแคลไซน์ที่มีต่อองค์ประกอบเฟสของผลึก และรูปร่างลักษณะของเส้นใยนาโนเซรามิก โดยขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นใยนาโนเซรามิกลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิแคลไซน์สูงมากขึ้น และภายหลังการแคลไซน์ที่อุณหภูมิสูง (ที่อุณหภูมิมากกว่า 600°C ในกรณีของ $NaCo_2O_4$ และ $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ และที่อุณหภูมิมากกว่า 700°C สำหรับ TiO_2) พบว่าเส้นใยนาโนจะมีโครงสร้างประกอบด้วยผลึกเดี่ยวหรืออนุภาคจับตัวกันภายในเส้นใยนาโน ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างภายในเส้นใยนี้สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างผลึกอย่างฉับพลัน อันทำให้เชื่อได้ว่าเส้นใยนาโนเซรามิกที่สังเคราะห์ได้ มีสมบัติที่สามารถนำไปพัฒนาและประยุกต์ใช้ทางด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ พลังงาน และสิ่งแวดล้อมได้

Electrospinning represents a simple and convenient method for preparing polymer and ceramic fibres with both solid and hollow interiors that are exceptionally long, uniform in diameter ranging from tens of nanometers to several micrometers, and diversified in compositions. In this study, a simple electrospinning system was set up. The system was tested and used to fabricate five different types of polymer nanofibres of polyacrylonitrile (PAN), polyvinyl alcohol (PVA), polyvinylpyrrolidone (PVP), poly(ethylene oxide) (PEO) and polyvinyl acetate (PVAc). The effects of the distance from the spinneret to the collector, applied voltage, solution concentration and feeding rate were investigated. It was found that these all studying parameters had the effects on the diameter size and the continuity of fibres. The effective method that provided mass production of the nanofibres has been explored by adjusting the initial electrospinning parameters and observing the formation of the nanofibres. If discontinuous fibres form, the electrospinning parameters are readjusted until continuous nanofibres form without solution drop formation. The morphology of all the electrospun polymers nanofibres revealed by scanning electron microscopy (SEM) showed smooth nanofibres having diameters of 50-1200 nm. The nanofibres of PEO, however, have rough surface morphology. Linked non-woven nanofibres were observed in PEO and PVAc whereas beads-like nanofibres were presented in PVA. The electrospun nanofibres of PAN and PVP showed smooth, non-linked and homogeneous fibres with minimum beads. Due to their simple solution preparation and the above mentioned properties, the PAN and PVP nanofibres were chosen as polymers for the fabrication of ceramic nanofibres.

In this study, the fabrication of ceramic nanofibres of thermoelectric oxide $NaCo_2O_4$, ferroelectric $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ and semiconductor TiO_2 nanofibres with diameter of ~20-200 nm were demonstrated. The as-spun composite nanofibres and calcined nanofibres were characterized by TG-DTA, X-ray diffraction (XRD), Fourier transform infrared (FT-IR) spectroscopy, Raman spectroscopy, atomic force microscopy (AFM), SEM and transmission electron microscopy (TEM). The results indicated the effect of calcination temperature on the crystalline phase and morphology of the ceramic nanofibres. Diameter of ceramic nanofibres decreases with increasing calcination temperature. After calcinations at high temperature (e.g. at above 600°C for $NaCo_2O_4$, at above 600°C for $Ba_{1-x}Sr_xTiO_3$ and at above 700°C for TiO_2) the nanofibres consisted of the structure of packed particles or crystallites. These changes in the morphology are related to a dramatic change in crystal structure. We believe all of the electrospun ceramic nanofibres could have potential applications in electronic devices, energy and environment.