

บทคัดย่อ

แม้ว่าพลอยคอร์รันดัมจะถูกขุดพบตามแหล่งใหม่ๆ ในโลกอยู่เสมอ แต่พลอยที่ถูกพบจากแหล่งใหม่ รวมกับจากแหล่งเดิมๆ ที่ถูกขุดพบใหม่ ยังคงไม่พอเพียงต่อความต้องการของผู้ใช้ อันเนื่องมาจากแหล่งของพลอยที่ได้รับการยอมรับว่ามีพลอยคุณภาพดีมีจำนวนจำกัด พลอยจากแหล่งใหม่ๆ มักมีคุณภาพต่ำ มนุษย์จึงหาวิธีที่จะปรับปรุงคุณภาพพลอยเหล่านี้ให้สวยงาม เหมาะสมกับความต้องการของตลาด การเผาพลอยเป็นเทคนิคที่นิยมนำมาใช้มากที่สุด ซึ่งทำให้สีของคอร์รันดัมดีขึ้นและอยู่คงทนถาวร แต่การเผาจะทำให้พลอยเปลี่ยนแปลงสภาพ มีร่องรอยการเปลี่ยนแปลงจากผลของความร้อนสูง สามารถบอกได้จากลักษณะการเปลี่ยนแปลงของมลทินภายในพลอย นอกจากนี้ การเผาพลอยยังมีความยุ่งยาก ซับซ้อน และใช้เวลานาน เฉพาะผู้เชี่ยวชาญเท่านั้นที่ทำได้ โดยอาศัยการดูหม่าหรือมลทินในเนื้อพลอย เป็นตัวกำหนดอุณหภูมิที่จะใช้ในการเผา ปัจจุบัน จึงมีการใส่สารเคมีชนิดต่างๆ ผสมเข้าไประหว่างการเผา เพื่อเร่งให้ปฏิกิริยารวดเร็วขึ้น สารเคมีเหล่านั้น นอกจากจะมีอันตรายต่อผู้ที่เกี่ยวข้องแล้ว ยังทำให้เนื้อพลอยมีคุณภาพต่ำลง มีผู้พยายามใช้เทคโนโลยีอื่นๆ เช่น ยิงด้วยเลเซอร์ อิเล็กตรอน นิวตรอน หรือ แกมมา ซึ่งบางอย่างใช้ได้ผลกับพลอยเนื้ออ่อน แต่มักไม่ได้ผลกับพลอยคอร์รันดัม ซึ่งมีโครงสร้างที่แข็งแรงกว่า เทคนิคไอออนอิมพลานเตชัน หรือ การยิงฝังด้วยไอออน ซึ่งเป็นการให้พลังงานโดยตรงกับพลอยโดยไม่เกี่ยวกับความร้อน สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะทางไอออนของธาตุเจือให้สี นำไปสู่การเปลี่ยนแปลงของสีพลอยคอร์รันดัม ถือว่าเป็นเทคนิคใหม่ที่น่าสนใจในการนำมาพัฒนาคุณภาพพลอยคอร์รันดัม

เป็นที่ทราบกันดีว่าการที่พลอยสีน้ำเงินที่มีสีเหลืองปน จนทำให้เห็นพลอยเป็นสีน้ำเงินอมเขียว นั้น จัดเป็นพลอยที่ตลาดไม่ให้ความนิยม จึงมีการนำเทคนิคต่างๆ ที่ช่วยปรับปรุงคุณสมบัติเรื่องสี และความใสสะอาด มาปรับปรุงคุณภาพพลอยให้เป็นสีน้ำเงินสด ทำให้พลอยมีมูลค่าเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตาม เทคโนโลยีปัจจุบันยังทำไม่ได้ ส่วนใหญ่มักจะใช้การเผาโดยเติมธาตุเบริลเลียม เพื่อให้ได้เป็นสีเหลือง งานวิจัยส่วนนี้ เริ่มต้นโดยการรวบรวมพลอยแซปไฟร์ธรรมชาติสีน้ำเงินอมเขียว จากแหล่งพลอยที่มีความสำคัญในตลาดอัญมณี คือ จากแหล่งรวันดา ออสเตรเลีย และแหล่งพลอยของประเทศไทย 3 แหล่ง ได้แก่ จันทบุรี กาญจนบุรี และแพร่ ซึ่งเป็นแหล่งที่มีปริมาณธาตุเหล็กสูง ที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับหินภูเขาไฟชนิดบะซอลต์ และกลุ่มที่มีปริมาณเหล็กต่ำที่มีกำเนิดสัมพันธ์กับหินแปร เช่น มาดากัสการ์ และศรีลังกา จากนั้น ได้แบ่งพลอยออกเป็นกลุ่มๆ ตามลักษณะเด่นของพลอย สี ขนาด และปริมาณของธาตุเจือที่ทำให้พลอยแต่ละกลุ่มมีความแตกต่างกัน รวมทั้งศึกษาลักษณะของอินคลูชันในพลอยแต่ละกลุ่ม พลอยแต่ละเม็ดได้นำไปผ่าครึ่งแล้วนำไปพัฒนาคุณภาพ ใน 2 รูปแบบ ได้แก่ (i) การยิงฝังด้วยเครื่องไอออนอิมพลานเตอร์แบบคอมแพ็ค โดยไม่มีกระบวนการอื่นเพิ่มหลังยิงไอออน ยกเว้นการทำความสะอาดผิวพลอยด้วยพลาสมา และ (ii) การเผาด้วยความร้อนสูงโดยไม่ใส่สารเคมี ซึ่งทำในหลายรูปแบบ ทั้งเผาแบบออกซิเดชันในเตาไฟฟ้า และเผาแบบรีดักชันในเตาน้ำมัน โดยใช้อุณหภูมิสูง ตั้งแต่ 1,000 องศาเซลเซียสขึ้นไป พลอยที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วได้นำมาวิเคราะห์สมบัติทางแสง จนได้เป็นข้อสรุปทางวิทยาศาสตร์ ถึงกระบวนการที่เกิดขึ้นในระหว่างการปรับปรุงคุณภาพทั้ง 2 วิธี ท้ายที่สุดได้เปรียบเทียบกระบวนการและผลที่เกิดขึ้น และความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ ของกระบวนการปรับปรุงคุณภาพทั้ง 2 วิธี

Abstract

Although new occurrences of natural gemstones are found from time to time in many parts of the world, these localities combined with historically important gem deposits have not always provided the best quality material in sufficient amounts to meet the current demand for gemstones among consumers. Besides the relatively small amount of high quality gem material typically produced at a given mining locality, there is also recovered a much larger percentage of lower quality material that has little market value. Individuals continue to strive to develop methods to treat this lower-quality material in the laboratory to enhance its appearance and thereby its marketability for gem purposes. Heat treatment is the most popular technique commercially used for the improvement of quality of gemstones. It mainly modifies color, unifies inclusions, increases transmittance and improves luster. However, the technique causes structural changes in corundum, e.g. the rutile which forms the silk dissolves into the stone at high temperature. The dissolving of microscopic rutile needles or tiny gas bubbles in pockets of liquid is evidence that the stones have been heated. Heat treatment is also difficult to control, i.e., it can eliminate inclusions or it can form them. It all depends on a number of factors including pressure, temperature, rate of heating and cooling and chemistry. Nowadays, a number of substances, which being toxic, have been intentionally added to the normal heat treatment for speeding up the process. Alternative treatments are exposing the gemstones to energetic particle beams and laser beams. Laser beams do not produce localized heating, whereas low mass particles such as electrons produce localized but yield poor coloration. Heavy ion beams are a good candidate of irradiating gemstones, for they are able to bring about both heating effect and introduction of defects, impurities and charges for modification of the optical properties, as well as treat individually different gems. Thus, ion beam irradiation has potentials for quality enhancement of the gems in corundum family.

It known that the most highly valued blue sapphires are velvety blue to violetish blue, in medium to medium dark tones. Preferred sapphires also have strong to vivid color saturation. The saturation should be as strong as possible without darkening the color and compromising brightness. On the other hand, greenish blue color or strong greenish blue pleochroism is commercial-grade sapphires, but its color isn't very marketable. Thus, various methods have been applied for improving the color quality of the dark blue and greenish blue sapphire. The popular one is heating in beryllium atmosphere to turn them to yellow sapphire. In the present study, we have applied our ion beam technology for color enhancement of the sapphire in this group. Blue sapphire deposits from Rwanda, Australia and Thailand which are basaltic in origin and those from Sri Lanka and Madagascar which are non-basaltic or metamorphic are chosen for investigation. Each sample was cut into half and submitted to polish before any investigation. Optical analysis using microscope, chemical analysis using PIXE and EDXRF, and absorption analysis using UV-NIR spectroscopy were applied for characterization. Each half of samples was

treated by 2 methods, i.e., (i) ion beam treatment and (ii) conventional heat treatment. On one hand, ion beam technology treatment was performed by nitrogen and oxygen ion implantation. No post treatment, except surface plasma cleaning, was done after the treatment. On the other hand, heat treatment was performed in both oxidation and reduction atmosphere. Results of post-treatment characterization were drawn for conclusions. Finally, ion beam technology and heat treatment are compared in term of economically evaluation.