บทคัดย่อ

234363

งานวิจัยที่สำคัญส่วนแรก เป็นศึกษาบทบาทของธาตุโครเมียมและเบริลเลียมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีในพลอยคอรันดัมสังเคราะห์บริสุทธิ์ หรือ ศึกษา Al_2O_3 + Cr + Be System พบว่าพลอยสังเคราะห์ที่มีปริมาณธาตุโครเมียมต่ำ (ต่ำกว่าประมาณ 400 atom mole ppm หรือ amp) สามารถเผากับเบริลเลียม แล้วทำให้เกิดสีส้มได้ชัดเจน โดยรูปแบบการดูดกลืนของสีส้มที่เกิดขึ้น มีลักษณะเป็นแถบการดูดกลืนที่ตำแหน่ง 470 นาโนเมตร ที่เรียกว่า “ศูนย์กลางสีส้มที่เสถียรที่สัมพันธ์กับธาตุโครเมียม(Cr^{4+})และเบริลเลียม” สำหรับพลอยสังเคราะห์ที่มีปริมาณธาตุโครเมียมปานกลางถึงสูง (สูงกว่าประมาณ 400 amp) สามารถที่จะเผากับเบริลเลียมให้เกิดสีส้มได้ไม่ดีนัก หรือแทบจะไม่ได้เลย ที่น่าจะมีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์ที่เรียกว่า concentration quenching

งานวิจัยที่สำคัญส่วนต่อมา เป็นการศึกษาบทบาทของธาตุโครเมียมและเบริลเลียมที่มีอิทธิพลต่อการเกิดสีในพลอยธรรมชาติ หรือศึกษา Al_2O_3 + Cr + Be + Mg + Fe + Ti System พบว่าในการที่จะเผาพลอยคอรันดัมธรรมชาติกับเบริลเลียมให้ได้สีอมส้มที่ดีนั้น จะต้องมีปริมาณธาตุโครเมียมในพลอยอยู่ระหว่าง > ~ 10 ถึง < ~ 400 amp ซึ่งทำให้เกิด “ศูนย์กลางสีส้มที่เสถียรที่สัมพันธ์กับธาตุโครเมียม(Cr^{4+})เบริลเลียมและแมกนีเซียม”ได้ ถึงแม้ว่าพลอยก่อนเผาเม็ดดังกล่าวจะไม่ปรากฏสีชมพูเลย หรือ มีสีชมพูอ่อน ก็สามารถเผากับเบริลเลียมให้เป็นสีส้มได้ โดยสีส้มที่เกิดขึ้นนั้น อาจเป็นศูนย์กลางสีส้มที่เสถียรดังกล่าวเป็นหลัก หรือมีส่วนผสมของสีเหลืองที่เสถียรที่สัมพันธ์กับธาตุเหล็กเบริลเลียมและแมกนีเซียมก็ได้ แต่ถ้าพลอยคอรันดัมธรรมชาติที่มีปริมาณธาตุโครเมียมอยู่ในพลอยสูงกว่า ~400 amp (ซึ่งจะปรากฏเป็นสีชมพูเข้มถึงแดง) ก็สามารถเผากับเบริลเลียมให้เป็นสีแดงอมส้มได้เช่นกัน แต่สีส้มที่เกิดขึ้นนั้น พบว่ามีสาเหตุมาจาก ศูนย์กลางสีเหลืองที่เสถียร ผสมกับสีชมพูที่เกิดจาก Cr^{3+} transitions เท่านั้น โดยที่ไม่มีศูนย์กลางสีส้มที่เสถียรเข้ามาเกี่ยวข้อง และพบว่าพลอยที่เผากับสารเบริลเลียมจนติดสีส้มทั้งหมดทุกตัวอย่างมี (Be+Mg)>Ti ในเนื้อพลอย โดยต้องเผาพลอยในสภาวะออกซิเจนพอเพียงที่อุณหภูมิสูง

งานวิจัยที่สำคัญส่วนสุดท้าย เป็นการศึกษาบทบาทของธาตุ แมกนีเซียม เหล็ก ไทเทเนียม และเบริเลียม ในพลอยแซปไฟร์ธรรมชาติสีน้ำเงินเขียวที่มีการเผากับเบริลเลียม หรือ ศึกษา Al_2O_3 + Mg + Fe + Ti + Be System พบว่าพลอยแซปไฟร์ธรรมชาติสีน้ำเงินเขียว ที่เผากับสารเบริลเลียมในสภาวะออกซิเจนพอเพียง จนเปลี่ยนเป็นสีเหลืองได้นั้น อัตราส่วนของ (Be+Mg)/Ti >1 เป็นไปตามทฤษฎีของโมเดลสามเหลี่ยมของการเกิดสี แต่พบว่าพลอยที่ผ่านการเผากับสารเบริลเลียมมาแล้ว แล้วนำมาเผากลับไปกลับมา ในสภาวะขาดออกซิเจนและสภาวะออกซิเจนพอเพียงอีกสองครั้ง สามารถไปเปลียนสมดุลประจุ ให้อัตราส่วนของ (Be+Mg)/Ti ไม่สอดคล้องตามทฤษฎีของโมเดลสามเหลี่ยมของการเกิดสีอีกต่อไป แต่สามารถเปลี่ยนสีพลอยกลับไปกลับมาได้ระหว่างสีเหลืองและน้ำเงินได้ จะเห็นว่าธาตุเบริลเลียมมีบทบาทในการเปลี่ยนสีพลอยคอรันดัมได้อย่างน่าอัศจรรย์อย่างยิ่ง

234363

Abstract

The first important part of this research was the study on the role of chromium and beryllium on the coloration of pure synthetic corundum or the study of Al_2O_3 + Cr + Be system. It was found that the synthetic corundum sample having low chromium content (below ~ 400 atom mole ppm or amp) can be heat-treated with beryllium to orange coloration. The stone displays board absorption band peaked at 470 nm and being called "Cr^{4+}+Be related stable orange color centers". On the contrary the synthetic corundum samples having medium to high chromium contents (above ~ 400 amp) can hardly be heat-treated to orange coloration which may be caused by concentration quenching phenomenon.

The next important part of this research was the study on the role of chromium and beryllium on the coloration of natural corundum or the study of Al_2O_3 + Cr + Be + Mg + Fe + Ti system. It was found that natural corundum having chromium content between > ~ 10 to < ~ 400 amp can be heat-treated to orange coloration of the so-called "Cr^{4+}+Be+Mg -related stable orange color center", even if the original stones have no pinkish tint or very faint pinkish hue. The orange coloration may be dominated by such stable orange color centers alone or with the combination of "Fe+Be+Mg -related stable yellow color centers". As for the natural corundums containing chromium content higher than ~ 400 amp (which appear intense pink or red), they could also be heat-treated with beryllium to orangey red, but the orangey tint appeared to be due to the combination of "Fe+Be+Mg-related stable yellow color centers" and pink or red color from Cr^{3+} transitions without the presence of "Cr^{4+}+Be+Mg -related stable orange color centers". Most of the Be-treated orange sapphires usually contain (Be+Mg)>Ti and need to be treated under oxidizing condition.

The last important part of this research was the study on the role of magnesium, iron, titanium and beryllium on the coloration of natural blue-green sapphire or the study of Al_2O_3 + Mg + Fe + Ti + Be system. It was found that the blue-green sapphire that was heat-treated under oxidizing condition with beryllium to yellow coloration normally has (Be+Mg)/Ti > 1 in accordance with triangular coloration model. However when such Be-treated sapphire was reheated in reduction and oxidation conditions again, it appeared that (Be+Mg)/Ti ratio was no longer obey triangular coloration model and the color can be change from yellow to blue and back to yellow again. Therefore beryllium has a surprising role in changing color of corundum.