

PIÙ MAGICA DEL CUBO DI RUBIK: L'ALESSANDRITE SINTETICA

Alberto Malossi

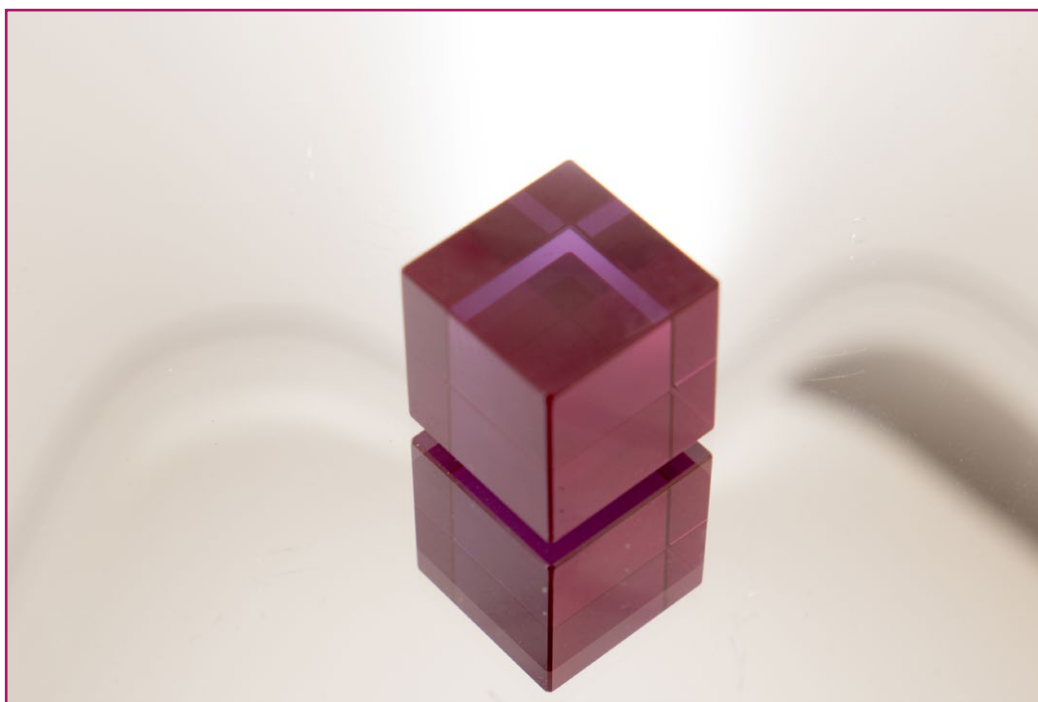


Fig. 1 Cubo per test. (Foto: Alberto Malossi)

Introduzione

È cominciato tutto da un cubo. Se si parla di Alessandrite si pensa immediatamente alla sua cangianza, a quegli ioni di Cromo Cr^{3+} che sostituiscono gli ioni di Alluminio nel cristallo ospite, permettendo la variazione di colore a seconda della lunghezza d'onda della luce: verde/blu a luce naturale e rosso/porpora a luce artificiale. E questo lo fanno tutti. Ma moltiplicare l'effetto – e la magia – grazie al tricoismo e ai raggi UV, e ottenere una gamma più ampia di colori ben visibili e differenziati, è davvero qualcosa di unico.

È bastato un cubo di Alessandrite sintetica per uso laser di mm 20 di lato, tagliato con le facce perpendicolari agli assi, fotografato con un obbiettivo macro, filtro polarizzatore e sorgente di luce regolabile da un minimo di 2.500 °K ad un massimo di 10.000 °K.

Tre valori estremi di assorbimento, tre colorazioni diverse per ogni variazione metamERICA, in totale sei colori più il rosso cangiante con i raggi UV. Le tre colorazioni seguono l'orientamento dei tre assi spaziali principali, rosso sull'asse **X** rivolto verso l'osservatore, arancio sull'asse **Y** parallelo all'osservatore e verde sull'asse **Z**, quello verticale di crescita.

Tre serie di foto inedite: la prima (da Figura 2 a Figura 17) ha il punto di osservazione perpendicolare alla faccia e possiamo vedere un colore, la seconda (da Figura 18 a Figura 24) al lato, e vediamo due colori e la terza (da Figura 25 a Figura 31) allo spigolo, ed ecco tre colori: tenendo presente che nelle immagini nessun colore è stato alterato, né quelli di base, né quelli intermedi, l'ampiezza della sua larghezza di banda è veramente eccezionale.

L'Alessandrite è davvero una gemma stupenda, non c'è da stupirsi se negli anni successivi alla sua scoperta - avvenuta nel 1830 negli Urali nel giacimento smeraldifero di Tokowaia ad opera del mineralogista Nordenskjöld -

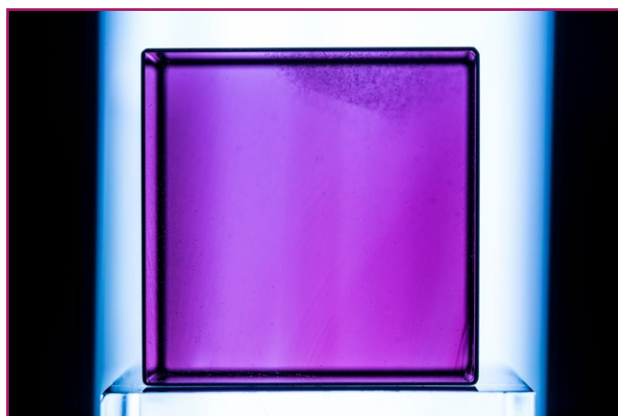


Fig. 2-9 Una faccia del cubo. Colorazioni differenti a seconda dell'orientamento dei 3 assi spaziali principali. (Foto: Alberto Malossi)

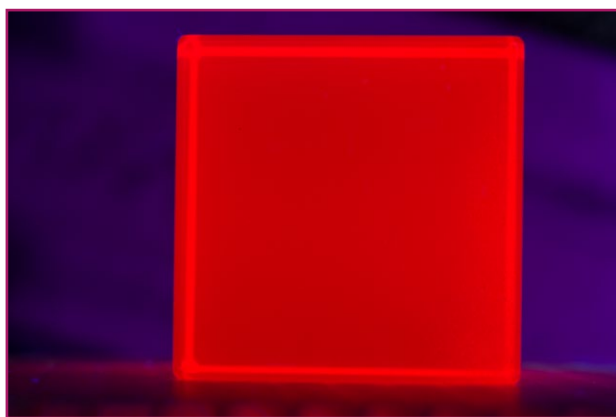
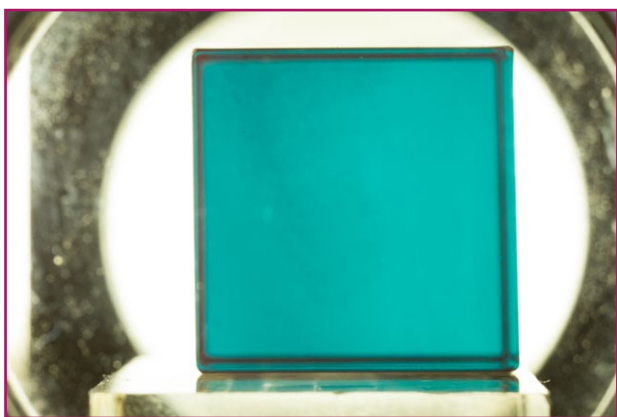
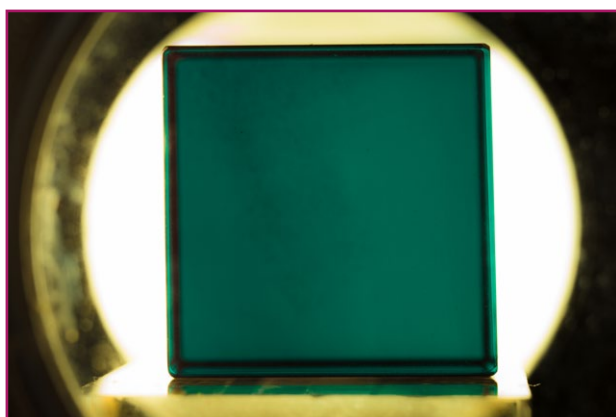
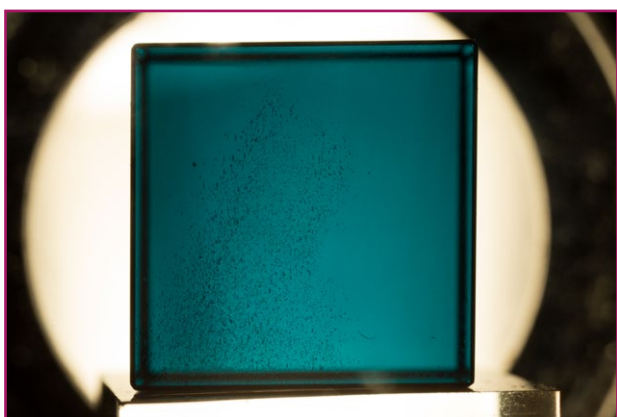
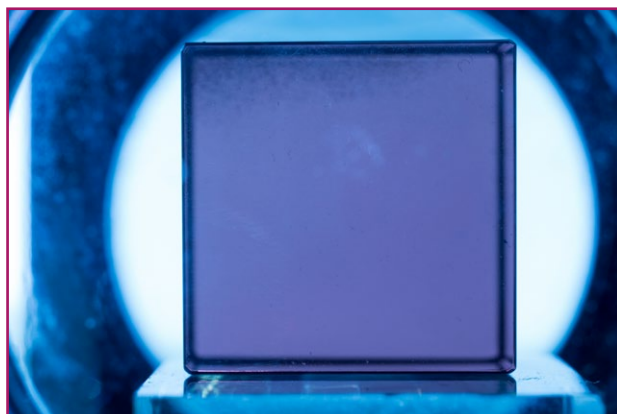
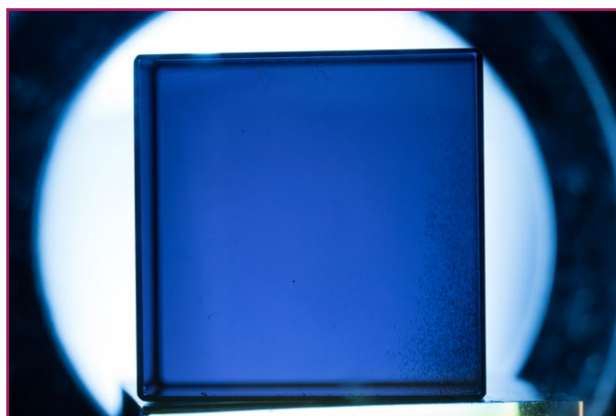


Fig. 10-17 Una faccia del cubo. Colorazioni differenti a seconda dell'orientamento dei 3 assi spaziali principali. L'ultima foto è relativa all'ultravioletto. (Foto: Alberto Malossi)

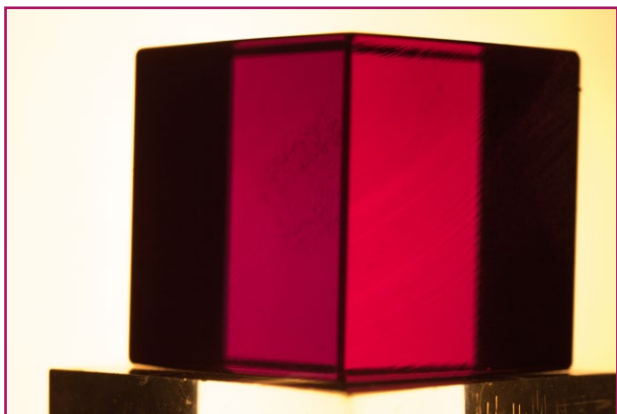
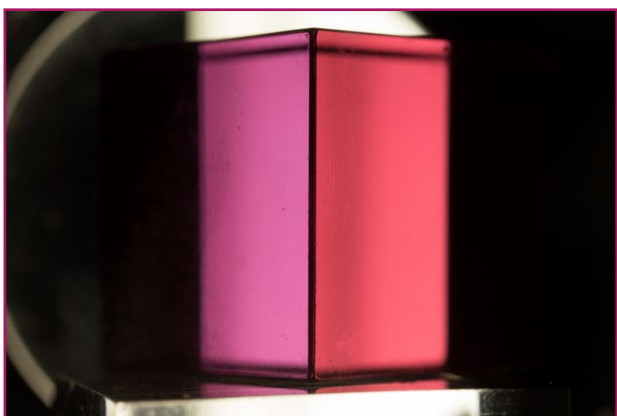
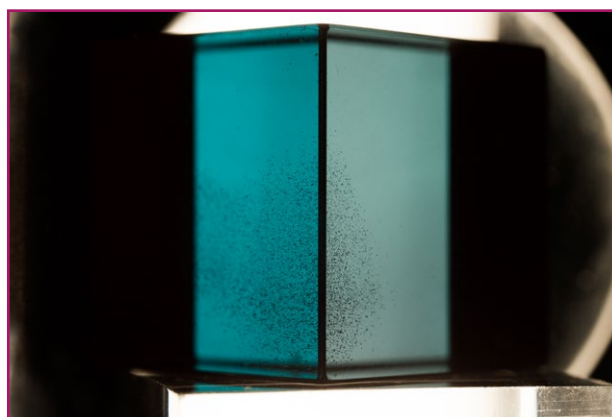
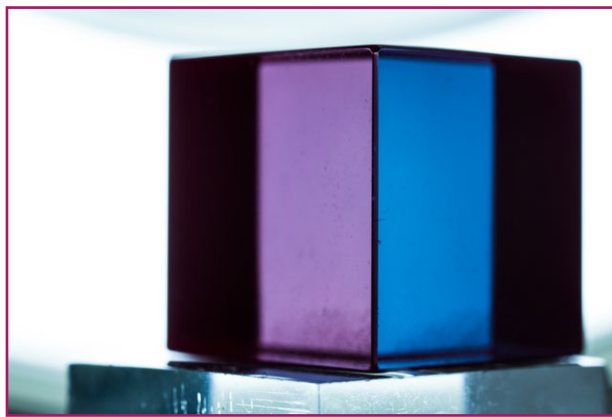
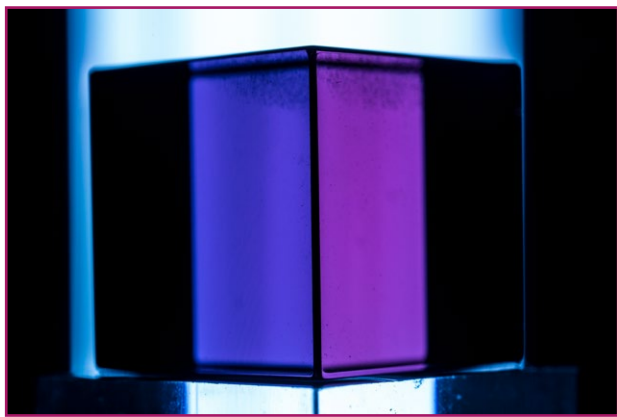


Fig. 18-24
Due lati del cubo. (Foto: Alberto Malossi)

vi fu una corsa al suo acquisto da parte della borghesia e nobiltà europee, e, naturalmente, ne conseguì che gli scienziati dell'epoca si mossero immediatamente per studiarla cercando di riprodurla sinteticamente.

La storia

Sono almeno due le caratteristiche particolari che appartengono solo all'Alessandrite sintetica: è stata la prima gemma ad essere stata riprodotta sinteticamente, e sempre la prima a così poco intervallo di tempo (solo 15 anni) dalla scoperta della sua omologa naturale.

Fu infatti nel **1845** che **J.J. Ebelmen**, un chimico francese di grande fama, riprodusse sinteticamente l'Alessandrite in piccoli cristalli millimetrici, usando una miscela flux di borato di Sodio con BeO , Al_2O_3 , polvere di alessandrite naturale e $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ come fonte di cromo.

In seguito, **Deville e Caron** nel **1858** ottennero cristalli di crisoberillo da fluoruri di Al e Be sempre in un flux di borace, e nel **1888** **Hautefeuille e Perrey** li produssero con un flux diverso, a base di alcali solfati e carbonato di sodio.

Dopo l'entusiasmo iniziale, gli scienziati si concentrarono su sintesi più note e commerciali come il Rubino e lo Smeraldo, e quella dell'Alessandrite rimase una curiosità di laboratorio; nel frattempo anche i giacimenti russi si erano quasi esauriti, e l'interesse commerciale per la pietra naturale decrebbe, trasformandola solo in una pietra rara per collezionisti.

Seguì un lungo oblio fino al **1964**, quando due scienziati americani, **E.F. Farrel e J.H. Fang** presentarono sul "*Journal of the American Ceramic Society*" una ricerca approfondita per l'ottenimento di piccoli cristalli di 3 mm da un flux a base di triossido di Molibdeno e molibdato di Litio (ma non era esattamente una novità, poiché il molibdato di Litio era già stato usato nel 1888 da Hautefeuille nella sintesi dello smeraldo, ma i cristalli erano più grandi).

Nel **1969** **D. Rykl e J. Bauer**, entrambi della Germania dell'Est, riuscirono a produrre del crisoberillo con sintesi idrotermale da una miscela di BeO e Al_2O_3 , usando come solvente l'idrossido di Sodio NaOH , ma non ne conseguirono applicazioni commerciali.

Con la scoperta delle sue proprietà laser, l'interesse gemmologico e scientifico per l'Alessandrite sintetica crebbe fino a concretizzarsi commercialmente per la prima volta nel **1973** con la **Creative Cristal inc.**, California, USA, che produsse grandi cristalli cresciuti in un flux a base di triossido di Molibdeno MoO_3 e ossido di Litio Li_2O in un crogiuolo di platino. Si ottennero Alessandriti di qualità gemma, trasparenti e con un'ottima cangianza, che uscirono sul mercato con il nome commerciale "*Alexandria-Created Alexandrite*"; in seguito nel **1975** si brevettò il primo metodo Czochralski per la creazione di una boule di Alessandrite per ottenere le prime

verghe laser. Nel **1974** l'Alessandrite fu prodotta anche gatteggiante, ma non fu mai immessa sul mercato.

La sfida era incominciata e l'evoluzione fu frenetica, era iniziata la moderna avventura dell'Alessandrite sintetica!

Nel **1976** l'**American Allied Corporation** iniziò a commercializzarla ad uso verghe laser; prodotte sempre con il metodo Czochralski; poiché tale uso richiede elevatissima qualità e purezza, si resero disponibili molti scarti, per essere usate come gemme.

Nel **1978** la **Seiko** iniziò a produrla a scopo scientifico con il metodo della fusione zonale e nel **1983** depositò un brevetto per la realizzazione della qualità "occhio di gatto" contemporaneamente alla **Sumitomo**; due anni dopo, nel **1980**, la **Kyocera Corporation** giapponese iniziò a produrla sia con il metodo flux che Czochralski e la mise in commercio con il nome di "*Inamori Created Alexandrite*" e, negli USA, "*Crescent Vert Alexandrite*"; nel **1986** produsse anche la qualità "occhio di gatto".

Sempre negli anni '80, iniziarono le produzioni russe di Alessandrite sintetica finalizzate ad uso gemma da parte della società russo-thailandese **Tairus**, realizzate con vari metodi innovativi e unici, studiati dagli scienziati dell'Istituto di Geologia e Geofisica, del dipartimento dell'Accademia delle Scienze Russa di Novosibirsk.

Sempre in Russia si intensificò la realizzazione di Alessandriti sintetiche prodotte con i metodi flux, idrotermale, trasporto del gas (*Rodionov e Novgorodtseva, 1988*), cristallizzazione orientata orizzontalmente (*Gurov 2003*) ma soprattutto con il metodo Czochralski perfezionato, il più adatto a produrre verghe laser di ottima qualità.

Con la scoperta nel **1987** del più grande giacimento di Alessandrite al mondo, quello di Hematita nello stato di Minas Gerais in Brasile da cui provenivano gemme di alta qualità in termini di trasparenza e cangianza, l'interesse del settore orafa crebbe notevolmente, stimolando a sua volta la produzione di Alessandrite sintetica.

Attualmente l'Alessandrite per uso gemma viene prodotta esclusivamente in Russia con il metodo Czochralski da parte di una piccola comunità di "accrescitori" collegati alla **Tairus** che la commercializza in tutto il mondo, "ribattezzata" dai vari brand.

Ma altro abbondante materiale gemmologico proviene da parte degli scarti di produzione delle verghe prodotte da poche aziende, non più di 4 al mondo.

E qui la storia si fa coinvolgente ed attuale, perché uno dei mitici "accrescitori" di Alessandrite sintetica, Maurilio Guerini, diventato consulente a livello internazionale, e "maestro" del metodo Czochralski (ha introdotto nuove e significative metodiche di crescita), condividendo con l'autore di questo articolo amicizia e passione per le gemme sintetiche, ha reso possibile un aggiornamento in tempo reale di questa storia appassionante, svelando aspetti tecnici e immagini inedite di questa sintesi di cui si parla poco ma, sicuramente, ha molte cose da raccontarci.

Jacques-Joseph Ebelmen, il primo

Il suo nome compare al primo piano della Torre Eiffel: immortalato, tra altri 72 scienziati, per la sua indiscussa genialità. Fu il primo creatore di gemme sintetiche grazie alla sue splendide intuizioni, che vanno dal capire che il cristallo, sia in natura che in sintesi, può formarsi e crescere a temperature molto inferiori a quelle della sua fusione con l'ausilio di un "fluido solvente", alla possibilità della formazione di cristalli per deposizione da vapore (confermata, dopo 150 anni, dalla produzione di Moissanite sintetica e Diamante sintetico CVD).

Jacques-Joseph Ebelmen, nato a Baume-les-Dames (Doubs) nel 1814, può considerarsi il fondatore della scienza delle gemme di sintesi. Grazie ai suoi studi all'Ecole Polytechnique (e in seguito all'Ecole des Mines, dove fu nominato assistente professore di chimica industriale) e alla sua esperienza come ingegnere minerario anche nelle manifatture di Sevres, riuscì ad esercitare una notevole influenza sul progresso artistico, scientifico e industriale della manifattura della porcellana, della fusione dei metalli e della scienza della terra, specializzato com'era nel chimismo della mineralizzazione e nelle reazioni chimiche ad alta temperatura, come quelle, appunto, che formano le gemme di sintesi.

Scoprendo come si alterano e si modificano le rocce e come avviene la formazione dei minerali, intuendo per primo che i gas contenuti nell'atmosfera influenzano le rocce e l'ambiente, gettò inconsapevolmente le basi per la moderna scienza ambientale. Di fatto, è il primo scienziato ad immaginare che l'atmosfera sia modificata dagli esseri viventi, il primo a dimostrare che è possibile ottenere per sintesi chimica creata dall'uomo i minerali e le gemme della terra e molti altri tipi di composti che mancano nella classificazione dei minerali cristallizzati.

Non solo. Ebelmen teorizzò e inventò il primo e rudimentale "metodo flux" della storia (a base di acido borico) e in questo modo riprodusse piccoli cristalli di molti minerali: lo Spinello bianco, rosa e nero, il ferro nativo al cromo, il Crisoberillo Alessandrite, lo Smeraldo, il Peridoto e il Corindone lalino in cristalli laminari esagonali. Creò anche molti composti cristallini non esistenti in natura, tipo alluminati e cromiti metalliche.

Tutte le opere, le memorie e gli appunti di Ebelmen furono raccolte postume, nel 1855, in due volumi, costituendo una fondamentale fonte di ispirazione e preziose informazioni scientifiche per molti scienziati succedutisi a lui.

Morì a Parigi il 31 marzo 1852, a trentotto anni, per febbre cerebrale.



Fig. 32 Ritratto di Ebelmen.

I metodi di sintesi

In molti modi si può crescere l'Alessandrite e il Crisoberillo sintetici, da fuso con i processi Flux, Czochralski, Verneuil, Bridgman e Fusione Zonale, con il metodo idrotermale e per deposizione di vapore. Molti metodi restano soltanto sperimentali, quelli storicamente utilizzati commercialmente sono solo tre.

1) Il metodo flux

La "miscela di fluidificazione" detta brevemente "flux" ha lo scopo di fondere un altro materiale con un punto di fusione molto più alto (il nutriente), teorizzata e sperimentata da Ebelman, è stata utilizzata in modo sublime da Carrol Chatham nel 1936.

Oggi è caduta completamente in disuso, perché non è

possibile produrre grandi cristalli perfettamente puri e omogenei con precise caratteristiche ottiche e fisiche per uso industriale.

Nel caso dell'Alessandrite sintetica, i nutrienti utilizzati sono sostanzialmente due, l'ossido di Alluminio (Al_2O_3) e l'ossido di Berillo (BeO) e - a seconda della miscela - come dopanti per la cangianza ossidi di Cr (Cr^{3+}), V, Fe e, meno comunemente, Mn, Co, Ni, W, e Ce.

Ossidi di Ti, Sn, e Ge sono stati utilizzati per provocare l'effetto del "gatteggiamento".

A seconda della composizione del flux, la temperatura di crescita varia da 1.100 °C a 1.300 °C, la cristallizzazione avviene sia per nucleazione spontanea che per inseminazione con Crisoberillo naturale o sintetico, oppure con Alessandrite, in un crogiuolo generalmente di platino.

Le sostanze storicamente più usate per comporre il flux sono il Molibdato di Litio Li_2MoO_4 , il triossido di Molibdeno

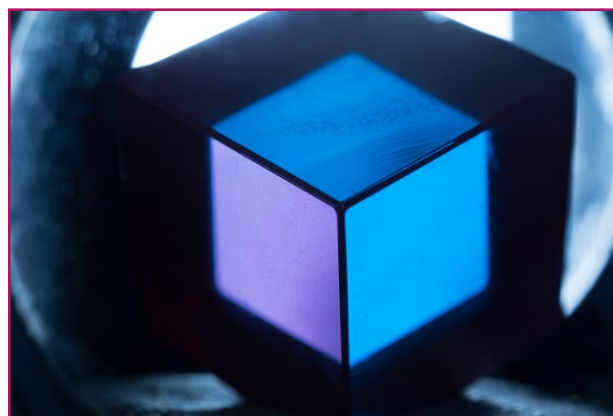
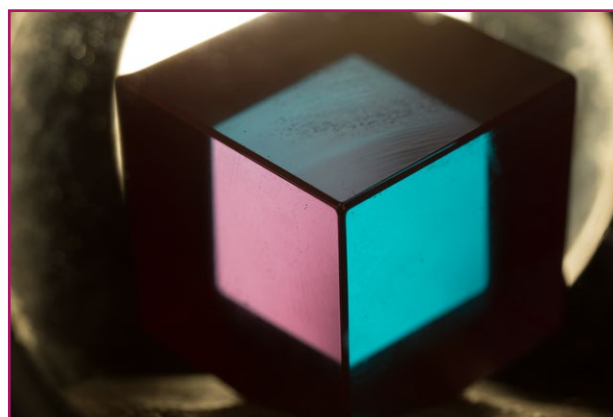
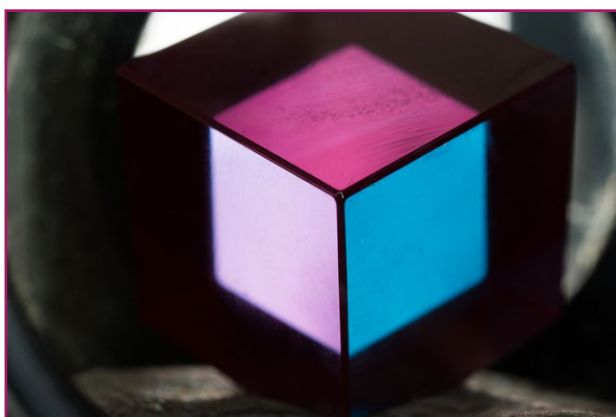
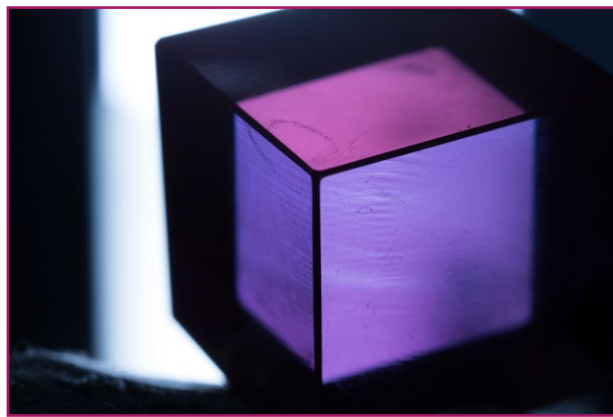
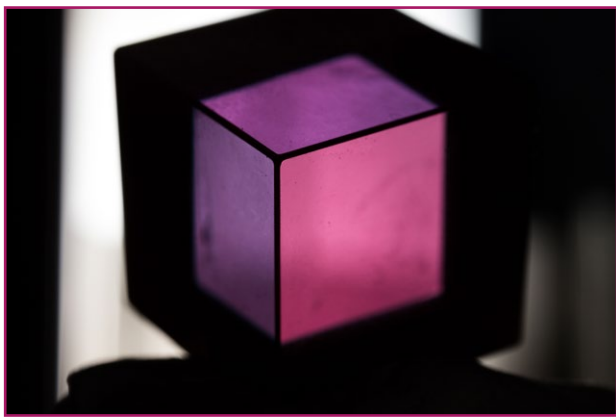
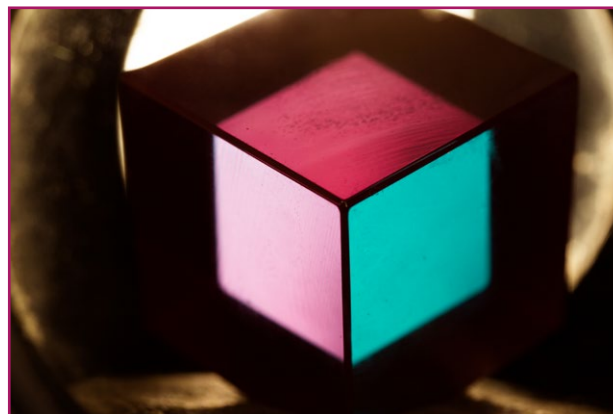


Fig. 25-31
Tre facce sullo spigolo. (Foto: Alberto Malossi)



MoO_3 , l'ossido di Bismuto Bi_2O_3 , il pentossido di Vanadio V_2O_5 , ma ve ne sono molte altre, e naturalmente ogni creatore ha la sua formula segreta gelosamente custodita.

A cavallo degli anni '70/'80, si sviluppa in Russia una variante del metodo flux - originariamente utilizzata dall'Accademia delle Scienze di Novosibirsk – basato sul “gradiente termico”, che consiste nel creare una temperatura elevata sul fondo del crogiuolo per dissolvere il nutriente e una meno elevata, con raffreddamento, nella parte più alta. La differenza di temperatura provoca un moto convettivo che fa cristallizzare l'Alessandrite su semi cristallini posti nella parte più bassa e più calda.

Sempre con questo sistema si è creata una modalità “inversa”, caldo sopra e freddo sotto, che consente contemporaneamente sia la crescita spontanea che quella con seme, posto sul fondo del crogiuolo.

Generalmente i cristalli a nucleazione spontanea sono più piccoli rispetto a quelli con inseminazione, e comunque non superano i 5/6 cm.

2) Il metodo di fusione zonale

Con questo metodo si usano solo i nutrienti in polvere compressi e sinterizzati a forma di lunga asta di pochi cm di diametro. Ad una estremità viene posto un cristallo seme e il tutto viene inserito verticalmente in un forno ad induzione particolare che riscalda l'asta in una zona molto ristretta, partendo da quella dove è posto il seme; sciogliendosi progressivamente si forma il cristallo. La **Seiko** ha inventato una versione leggermente diversa, per cui la fonte di riscaldamento è costituita da raggi infrarossi focalizzati da riflettori ellissoidali.

Anche questo metodo non è più usato per scopi industriali.

Una derivazione è il metodo della “cristallizzazione orientata orizzontalmente” o MOC, tecnica inventata da Bagdasarov nel 1964 che consente di creare cristalli

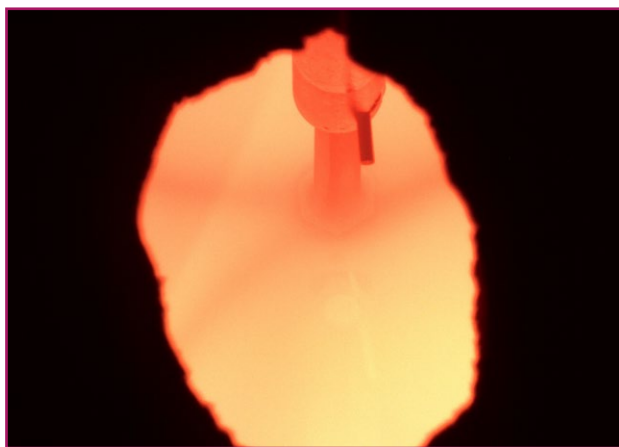


Fig. 33 Formazione della boule nel crogiuolo. (Foto: Maurilio Guerini)

ad uso laser più grandi utilizzando contenitori più economici in Tungsteno invece di Iridio (nella bibliografia la descrizione del metodo). Questo metodo è ancora utilizzato industrialmente per usi particolari, data la forma inusuale del cristallo grezzo.

3) Il metodo di fusione Czochralski

Questo metodo è attualmente quello più diffuso in campo tecnologico perché con l'evoluzione della pratica e della tecnologia si è in grado dosare perfettamente i dopanti a seconda dell'uso.

È noto anche come “tecnica per trazione” in quanto il cristallo è estratto lentamente da una miscela fusa di nutrienti. Il materiale di partenza (Al_2O_3 + BeO + dopanti vari) miscelato perfettamente, viene sinterizzato in pastiglie circolari e fuso per induzione in un crogiuolo di Iridio o Molibdeno alla temperatura di 1.857°C sotto una campana isolante in atmosfera di gas inerte; l'isolamento è fondamentale perché il berillo è molto velenoso, storicamente molti ricercatori ne hanno subito le nefaste conseguenze.

Nel fuso viene immersa un'asta di iridio alla cui estremità vi è una barretta di Alessandrite sintetica (ricavata da una boule della stessa composizione) che funge da innesco per la crescita del cristallo che, come si vede dalla foto, è perfettamente esagonale all'inizio, per poi arrotondarsi, per l'effetto dell'irraggiamento del calore superficiale, ingrossandosi alle pareti del crogiuolo che arrotonda gli angoli del cristallo.

Negli impianti più avanzati la crescita del monocristallo - del peso di circa 3 kg – avviene in quindici giorni, con una crescita di circa un millimetro all'ora.

L'asta ruota con una velocità di circa 10 giri al minuto. La rotazione centrifuga favorisce condizioni metastabili specifiche per la crescita, la miscelazione dei nutrienti, la stabilizzazione della temperatura e dei moti convettivi in modo che il Crisoberillo fuso rimanga nella fase di cristallizzazione ottimale.

Vicino al centro, dove la forza centrifuga è pari a zero, le condizioni cambiano, si forma una zona instabile, il fuso si raffredda, i nutrienti circolano molto lentamente favorendo la formazione di bolle e piccoli cristalli isolati, orientati secondo l'asse di accrescimento C.

Per le reazioni chimico fisiche di formazione del cristallo, il discorso sarebbe molto lungo e complesso perché la cristallizzazione avviene in due fasi, alfa e beta, BeAl_2O_4 , quindi rimando a studi sull'argomento (vedi in bibliografia Gurov & Tsvetkov, 2008).

La formazione delle tipiche bande zonate che partono dal centro irraggiandosi, sono dovute alle complesse fluttuazioni di temperatura e nutrienti che concorrono

tutte al meraviglioso piccolissimo attimo di passaggio tra liquido e solido in cui si forma il “mattone” che va a costruire l'edificio cristallino in formazione.

Attualmente la produzione di Alessandrite sintetica per uso gemma avviene solo con il metodo Czochralski che si può ascrivere a due tipologie produttive:

1. quella per esclusivo uso gemma, di colore intenso, con una forte cangianza e una percentuale di Cromo variabile tra il 0,35/0,40%: è ottenuta con impianti semplici, poco sofisticati e senza rotazione dell'asta di iridio (detta “di tiraggio”) dove cresce il cristallo esagonale che risulta simile ad una spatola, dato che l'asse B è quasi doppio rispetto ad A (l'asse C è quello del tiraggio) e raramente si riscontrano inclusioni;
2. quella derivante dagli scarti della boule di Alessandrite sintetica creata per ricavare verghe laser; in cui la percentuale di Cromo non supera lo 0,13%, il colore è più chiaro, la cangianza è sempre molto forte, ma l'intensità del colore è più delicata. La boule è tondeggiante e le inclusioni sono confinate attorno all'asse di crescita C.

Piccola digressione per comprendere la realizzazione di verghe laser: dalla boule, con carotaggio, si ricavano le verghe per uso laser che vengono successivamente trattate con un procedimento termico particolare e brevettato detto di “annealing” che elimina i difetti del reticolo cristallino del monocristallo, le impurezze metalliche, e tutte le altre sostanze che ne comprometterebbero la longevità operativa: in questo modo viene anche eliminata la visibilità delle linee di accrescimento.

Le caratteristiche gemmologiche, variabili ma non troppo

Non si entra nel merito dell'analisi gemmologica della sintesi di Alessandrite, poiché l'argomento è stato notevolmente approfondito in diversi studi, pubblicazioni e ricerche iniziati fin dagli anni '60, anche se negli ultimi anni sembra esserci un vuoto.

Ma forse può essere interessante riassumere le principali caratteristiche chimico-fisiche dell'Alessandrite sintetica che, naturalmente, sono sottoposte ad una certa variabilità e che differiscono leggermente da quelle del corrispettivo naturale (Tabella 1).

L'identificazione (in)certa

L'Alessandrite, sia quella naturale che sintetica, non è una gemma molto diffusa e di rado capita di certificarla, l'identificazione della sua origine può essere molto complessa e a volte incerta.

Non si citano qui le varie tecniche metodologiche ed i

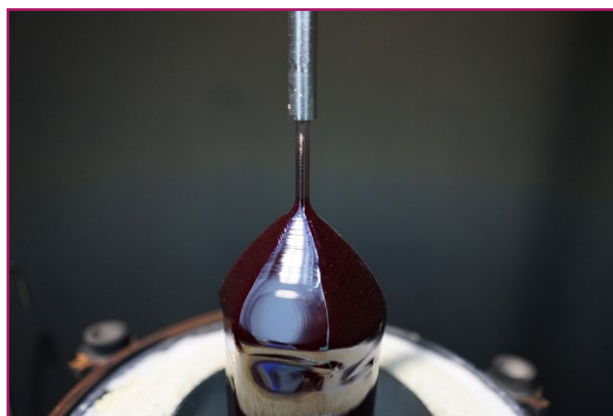


Fig. 34-36 Boule finita. (Foto: Maurilio Guerini)

relativi dati perché sono già ampiamente descritti in diversi studi da valenti gemmologi (Trossarelli, 1986; Pohl, 1989; Henn, 1992; Schmetzer e al. 1996; Anna-Kathrin Malsy [Gubelin lab.] 2011). Tuttavia resta il problema che questi studi sono datati e parziali in quanto si riferiscono ad Alessandrite sintetica prodotta con sintesi oramai in disuso, magari da vecchi impianti Czochralski con crescita senza rotazione e con cristalli spatolari facili da riconoscere dalle inclusioni, dalle linee di accrescimento (quando presenti) e dai metalli pesanti in tracce nella composizione chimica.

Non si hanno notizie invece di nuove ricerche di carattere gemmologico sull'Alessandrite sintetica in boule cresciute in moderni impianti, e ci si riferisce alle gemme ricavate

Tabella I - Alessandrite sintetica: caratteristiche gemmologiche

Formula chimica	$\text{BeAl}_2\text{O}_4 + \text{Cr}^{3+}$ in tracce
Composizione indicativa	Berillo 7,10% Alluminio 42,10% Ossigeno 50,40% Cromo 0,40% Impurità varie in tracce (Fe, V, Ga, Mg, metalli pesanti)
Sistema cristallino	Ortorombico (2/m2/m2/m)
Durezza	8,5 (Scala Mohs)
Densità	3,71 -3,73 g/cm ³
Indici di rifrazione	$n_\alpha = 1,746$; $n_\beta = 1,75$; $n_\gamma = 1,755 - 1,76$ doppia biassica
Doppia rifrazione	0,009 (+/- 0,002)
Pleocroismo	Intenso, forte tricroismo (X= rosso violaceo, Y= arancio, Z= verde)
Fluorescenza	- ai raggi UV a lunga e corta lunghezza d'onda: rosso molto intenso, trasparente - ai raggi X: rosso molto intenso quelle prodotte con il metodo Czochralski
Lucentezza	Vitrea
Punto di fusione	1.870 °C



Fig. 37 Inclusioni lungo l'asse di accrescimento C. (Foto: Maurilio Guerini)



Fig. 38-39 Testa del cristallo in luce naturale e artificiale dove si nota crescita perfettamente esagonale del monocristallo. (Foto: Alberto Malossi)

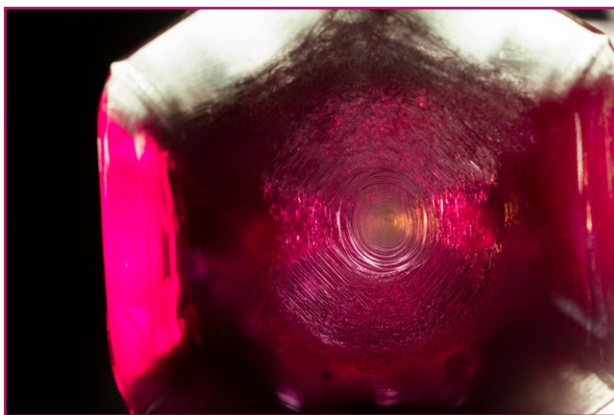
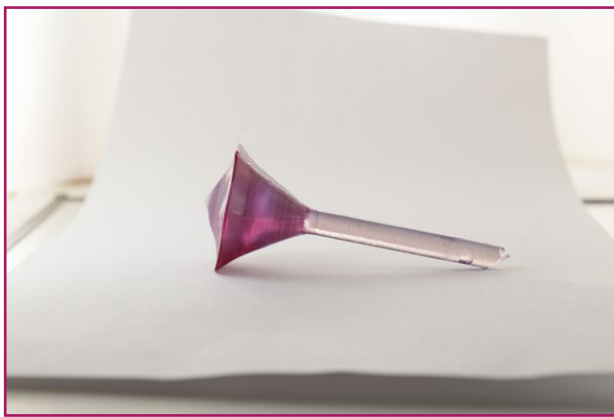


Fig. 40-43 Questa serie di foto è esclusiva perché per la prima volta viene osservata la formazione iniziale del cristallo da una barra di alessandrite sintetica. Il reperto è frutto di un "incidente" avvenuto all'impianto, una banale mancanza di corrente che ha interrotto all'inizio la crescita, congelandone gli aspetti cristallini. Molto interessante notare che la crescita dell'edificio cristallino avviene, mattone dopo mattone, (o meglio cristallo dopo cristallo) partendo dal centro e poi irraggiandosi. Al centro si nota l'iniziale fase liquida depigmentata che poi cristallizza in modo scalare verso la periferia del cristallo... magnifico! (Foto: Alberto Malossi)

dalla porzione rimanente dopo il carotaggio per le verghe laser, soprattutto quelle che provengono da materiale trattato con il processo di ricottura "annealing"; la loro identificazione pone problematiche serie perché, come abbiamo detto, spesso le produzioni sono prive di elementi in traccia, inclusioni e linee di accrescimento e il loro aspetto, la cangianza e la limpidezza le rendono simili alle Alessandrite naturali del giacimento Brasiliano di Hematita.

Teoricamente l'odierna tecnologia permetterebbe di replicare un'Alessandrite sintetica con composizione in traccia simile alla naturale: non ci sono prove certe, ma tecnicamente è fattibile.

Quindi oltre al microscopio occorrono strumenti sofisticati come la spettrofotometria in generale, quella FTIR e di massa, la sonda laser, ma soprattutto tanta sensibilità ed esperienza: non è cosa da tutti, insomma.

Non solo gemma

L'Alessandrite naturale in gioielleria non ha una grande

diffusione e visibilità - come del resto molte pietre di colore diverse dalla "triade" Smeraldo, Rubino e Zaffiro - penalizzata agli occhi del consumatore a causa della rarità e dall'alto costo: l'operatore del settore è scoraggiato nel proporla, non l'acquista, nessuno la vede in vetrina, e così nessuno la conosce, nessuno la chiede, il gioielliere non la compra... il classico circuito di "invisibilità" di un prodotto, tipico del nostro settore.

Quella sintetica paradossalmente è più diffusa della naturale, perché, al contrario, è accessibilissima, con una vasta gamma di tagli e misure disponibili, e dato che la naturale è introvabile, si appropria della magica esclusiva del cambiamento di colore, che, insieme al suo nome, la rendono desiderabile.

Per quanto riguarda i mercati, i maggiori consumatori sono, oltre l'Italia, gli USA, la Cina e l'India.

Ma l'uso gemma, come abbiamo visto, non è l'unico impiego di questo straordinario materiale creato in laboratorio: l'alessandrite sintetica per uso industriale - principalmente verghe laser - ha una crescente e forte richiesta (il prezzo è variabile in base alla dimensione e alla composizione dei dopanti).



Fig. 44-45 Alessandriti tagliate in luce artificiale e naturale corrispondenti alle due tipologie produttive, a sinistra quattro gemme più scure e a destra cinque più chiare. (Foto: Alberto Malossi)

A questo punto, vale la pena di ampliare lo sguardo alle sue proprietà laser che possono essere definite uniche:

- è altamente anisotropa con una struttura cristallina ortorombica a bassa simmetria e di conseguenza le proprietà di assorbimento e guadagno dipendono dalla differenza della polarizzazione della luce;
- ha un'ampia larghezza di banda di emissione, quindi "tunabile" (la lunghezza d'onda si può modulare in base agli usi);
- tollera temperature elevate e quindi alte energie di impulso.

Queste caratteristiche fanno dell'Alessandrite, tra i cristalli allo stato solido, il più adatto per una vasta gamma di applicazioni mediche, principalmente in campo dermatologico, perché la sua lunghezza d'onda è all'interno dello spettro di assorbimento della melanina, consentendo trattamenti di dermatologia estetica come rimozione di tatuaggi (settore in crescita), rimozione di macchie dermiche, epilazione, angiologia e odontoiatria. Si presta inoltre ad altri usi industriali in spettroscopia, ottica e meteorologia.



Fig. 46 Inclusioni cristalline. (Foto: Alberto Malossi)

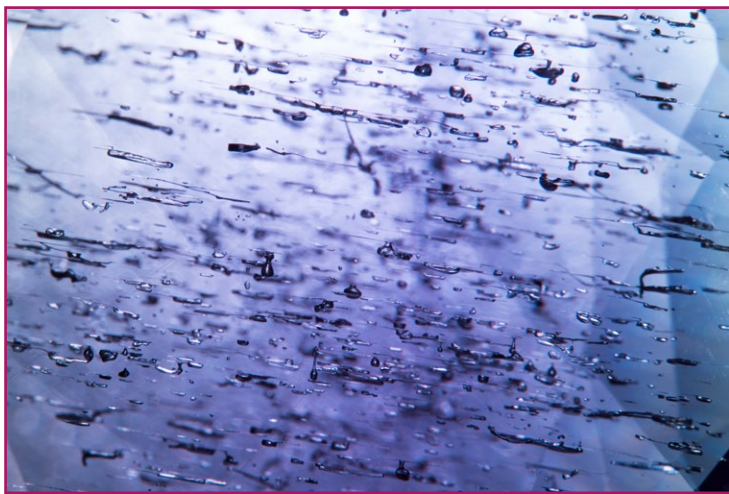


Fig. 47-48 Inclusioni a bolle orientate secondo l'asse di crescita C. (Foto: Alberto Malossi)



Fig. 49 Linee curve di accrescimento. (Foto: Alberto Malossi)

Conclusioni

L'Alessandrite sintetica è tra le sintesi più affascinanti per la sua storia, le sue caratteristiche uniche, la sua importanza in campo industriale. Ma in campo gemmologico non vi sono studi recenti, forse perché non è abbastanza diffusa o forse perché si pensa di sapere già tutto. Tanto invece c'è da dire sull'argomento, come dimostra lo studio gemmologico magistrale di Trossarelli di più di trent'anni fa, citato in ogni bibliografia sull'argomento. Qualcun altro vuole cimentarsi?

Bibliografia

- 1848 – J.J. Ebelmen - “Un nuovo metodo per ottenere combinazioni cristallizzate per via secca e sulle sue applicazioni alla riproduzione delle specie minerali” *Accademia Francese delle scienze - vedi Annals of Physics and Chemistry, 3rd Series, XXII* (1848)
- 1851 – J.J. Ebelmen – Sur la cristallisation de la cymophane – *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Accadémie des Sciences*, 32, 713
- 1964 – E.F. Farrel e J.H. Fang - Flux Growth of Chrysoberyl and Alexandrite - *Journal of the American Ceramic Society*, Vol. 47, Issue 6, Giugno 1964 -
- 1972 – Liddicoat, R.T. – Synthetic Alexandrite finally reaches the market. – *Gems & Gemmology*, 14, 3, 102 -104
- 1974 – F. Hassan, and A. El-Rakhawy – Chromium III Centers in Synthetic Alexandrite – *American Mineralogist*, Volume 59, pg. 159-165.
- 1975 – Cline, C.F. Patterson, D.A.: Synthetic Cristal and method of making same. United States Patent 3,912,521
- 1979 – C. F. Cline et al. - Proprietà fisiche dei singoli cristalli BeAl_2O_4 - *J. Materials Science* 14, pp. 941.
- 1986 – Trossarelli, C – Synthetic Alexandrite from USSR – *La Gemmologia*, 11, 6-22
- 1987 – M.L. Shand – Alexandrite Lasers at Allied Signal, Inc – *Advanced Solid State Lasers* 26 October 1997
- 1988 – Stockton, C.M. & Kane, R.E. – The distinction of natural from synthetic alexandrite by infrared spectroscopy. – *Gems & Gemmology* 24, 1, 44-46.
- 1993 – Bukin, G.V. - Growth of crystals of beryllium oxide and silicates using fluxes – *Growth of crystals*, Vol. 19
- 1998 – A.S. Bagdasarov, L.A. Goryainov - Development of Horizontally Oriented Crystallization of High-Melting Dielectric Single Crystals - *Journal of Engineering Physics and Thermophysics (Naciona Academy of Sciences of Belarus)* volume 71, Numero 2; Marzo-Aprile, 1998 -. pp. 248—253
- 2008 – V.V. Gurov & E.G. Tsvetkov - Specific character of melt growth of low-temperature phase of aluminum beryllate - *Journal of Crystal Growth* – Volume 310, Issue 1, 4 Gennaio 2008 pp. 229-233
- 2012 – Malsy, Anna-Kathrin; Armbruster, Thomas – Synthetic Alexandrite – Growth methods and their analytical fingerprints. – *European Journal of Mineralogy*, Volume 24, Number 1, February 2012, pp. 153-162
- 2013 – Karl Schmetzer, Heinz-Jurgen Bernhardt, Walter A. Balmer and Thomas Hainschwang – Synthetic Alexandrite grown by the HOC method in Russia: internal features related to the growth technique and colorimetric investigation – *The Journal of Gemmology* – Volume 33 – n° 5-6