

Nieuws van het Nederlands Edelsteen Laboratorium (NEL) Trendy synthetische ‘Lumogranaten’

DOOR: HANCO ZWAAN – NEDERLANDS EDELSTEEN LABORATORIUM

Ver voor de introductie van Cubic Zirconia (CZ) werden veel verschillende stenen gebruikt als imitaties van diamant, zoals synthetische rutiel, natuurlijke zirkoon, synthetische spinel en glas. De zogenaamde synthetische granaten YAG en GGG (yttrium-aluminium-granaat en gadolinium gallium granaat) waren de nieuwe imitaties in het begin van de jaren 70.



Figuur 1. YAG en GGG waren in de zeventiger jaren maar een paar jaar populair als imitatie van diamant, vlak voor de komst van Cubic Zirconia. De YAG links weegt 2,24 ct, de GGG rechts weegt 1,90 ct.

Hoewel de interne structuur van deze stenen sterk leek op die van natuurlijke granaat, week de chemische samenstelling sterk af. Deze stenen leken in ieder geval heel behoorlijk op diamant (fig. 1), hoewel met name de YAG wat minder ‘leven’ (vuur en schittering) liet zien dan eigenlijk de bedoeling was. Maar de productiekosten waren het grootste probleem. Met de komst van de veel goedkopere CZ eind jaren 70 raakten deze synthetische granaten snel uit de mode en werden ze nauwelijks nog gebruikt in sieraden.

In de industrie daarentegen zijn deze materialen doorontwikkeld en heel geschikt voor toepassingen in bijvoorbeeld lasers, optische elektronische componenten, computerchips en PET scanners. Nieuwe, vrij zeldzame, artificiële materialen zijn daarbij ontwikkeld, gebruikmakend van verschillende elementen, die ‘zeldzame aardmetalen’ worden genoemd. Deze artificiële materialen zijn in gebruik als een

structureel perfect kristal in een scintillator en produceren veel licht (fluoresceren) als ze in aanraking komen met hoge energie straling.

De ‘lichtgevende’ eigenschappen van deze materialen hebben nieuwe interesse gewekt in de sieradenbranche. Heel opvallende ‘super coole’ geslepen stenen zijn te zien in sieraden met name gedragen in de uitgaanswereld.

Hoge dichtheid

Een aantal van deze synthetische stenen is hier afgebeeld (fig. 2 en 3) en kort beschreven. Hoewel de interne structuur van deze stenen net zo symmetrisch is als die van YAG en GGG (namelijk kubisch) zijn de gebruikte elementen en verhoudingen anders. Zeldzame aardmetalen zijn zwaar en dit heeft tot gevolg dat deze nieuwe ‘lumogranaten’ een hoge dichtheid hebben, 3 van de 4 zijn (bijna) twee keer zo



Figuur 2. Synthetische lumogranaten, van links naar rechts LYSO (6,11 ct), YAG(Ce) (4,04 ct), LuAG (8,25 ct), GAGG (0,33 ct)

zwaar als diamant, dat een dichtheid heeft van 3,53 gram per kubieke centimeter (vergelijk eigenschappen tabel). De drie stenen zijn ook zelfs zwaarder dan CZ, met een dichtheid van 5,6-6,0 gram/cm³. Het materiaal is voldoende hard (hardheden variëren van 7 tot 8,5) en uitstekend te slijpen.

Testen met een diamantttester (warmtegeleiding) en met een diamant-moissaniettester (warmte- en elektrische geleiding) levert ook geen problemen op en eventuele verwarring met diamant is daarmee uitgesloten. De diamantttester slaat niet uit en de diamant-moissaniettester geeft keurig aan dat het een 'andere steen' dan diamant of moissaniet betreft.

De kleurloze LYSO is een lutetium-yttrium silicaat. Het percentage yttrium kan sterk variëren, tussen 5 en 70%. In deze 6,11 karaat wegende steen is 70.3 % Lutetium-, 5.7% Yttrium- en 24.0% Silicium-oxide gemeten (uitgedrukt in gewichtspercent). LYSO is bijvoorbeeld in gebruik als kristal in scintillatoren, en helpt gamma straling te detecteren in medische toepassingen (o.a. in onderzoek en bestrijding van kanker).

De gele YAG(Ce) is een yttrium-aluminium granaat met toevoeging van heel weinig cerium (Ce). 0,1 % Cerium is slechts aanwezig in deze synthetische steen van 4,04 karaat. Net als LYSO wordt YAG(Ce) toegepast in scintillatoren, maar ook in LED verlichting.

De groengele LuAG van 8,22 karaat is een lutetium-aluminium granaat. Het kent soortgelijke toepassingen als hierboven genoemd. HPHT behandelde diamanten kunnen een soortgelijke sterke geelgroene kleur en fluorescentie tonen, dus die mogelijkheid zou kunnen opkomen bij een eerste indruk. Zoals gezegd levert een diamantttester dan snel zekerheid dat het geen diamant is. De hoge dichtheid van LuAG werkt ook mee om het onderscheid makkelijk te maken.

GAGG is een gadolinium-aluminium-gallium granaat en een vrij nieuwe en één van de helderste scintillatoren die momenteel beschikbaar zijn. Daarnaast is het een robuust materiaal en dit maakt het breed inzetbaar voor legio high-tech toepassingen.



Figuur 3. Synthetische lumogranaten in dezelfde volgorde vertonen zeer sterke fluorescentie, goed waarneembaar in het donker onder een UV lamp of blacklight, maar ook zeer opvallend buiten in het zonlicht.

Eigenschappen van synthetische 'lumogranaten'

Eigenschappen	LYSO	YAG(Ce)	LuAG	GAGG
Chemische samenstelling	$\text{Lu}_2(1-x)\text{Y}_2x\text{SiO}_5$	$\text{Y}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}(\text{Ce})$	$\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$	$\text{Gd}_3\text{Al}_2\text{Ga}_3\text{O}_{12}$
Kristalsysteem	kubisch	kubisch	kubisch	kubisch
Hardheid (Mohs schaal)	7	8,5	8,5	8
Dichtheid (gram/cm ³)	7.09	4.57	6.72	6.75
Lichtbrekingsindex	1.83	1.82	1.84	1.90
Reactie diamanttester	geen	geen	geen	geen
Reactie diamant-moissa niet tester	'andere steen'	'andere steen'	'andere steen'	'andere steen'
Fluorescentie (zeer sterk)	blauw	geel	groengeel	geel

Fluorescentie

Onder een ultraviolet (UV) lamp is duidelijk te zien dat deze stenen sterk fluoresceren. Dit biedt een enorme versterking van de eigen kleur, die vaak identiek is aan de fluorescentiekleur. Dit maakt de lumogranaten extra opvallend wanneer fluorescentie optreedt, en dat is zowel in zonlicht als in black light. Ideaal dus om je mee te onderscheiden op festivals en in feestzalen.

Inkooprijzen van deze synthetische granaten zijn niet heel hoog. Aan het begin van dit jaar lag dit rond 15 tot 20 euro per karaat. Elementen als lutetium en gadolinium zijn echter beperkt beschikbaar, en voor medische toepassingen is er momenteel zelfs een tekort of zijn er leveringsproblemen. Het is daarom te verwachten dat de productie van geslepen synthetische lumogranaten als edelsteen voorlopig op beperkte schaal zal plaatsvinden.

WWW.NATURALIS.NL/NEL

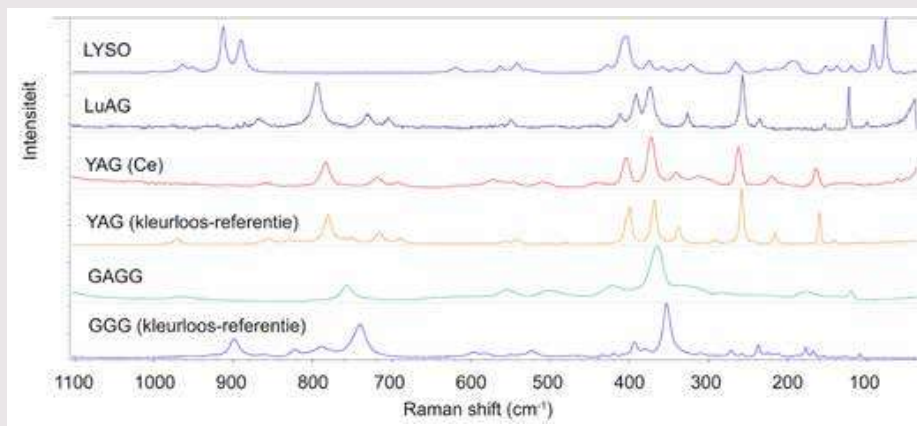
Onderscheid Lumogranaten in het laboratorium

In het laboratorium kunnen deze nieuwe artificiële producten precies herkend worden met behulp van de al genoemde chemische analyse in combinatie met Raman spectrometrie. Dit is een techniek waarbij met behulp van een laser deeltjes in het materiaal in beweging worden gebracht. Dit levert gecombineerd informatie op over de kristallijne structuur en aanwezige chemische elementen en verbindingen.

Om van elk materiaal een duidelijk Raman spectrum te krijgen waren twee lasers nodig, een 532 nm laser ('groene laser') en een 785 nm laser ('nabij-infrarode laser'). De

Raman spectra geven aan dat LYSO (als enige silicaat) heel duidelijk afwijkt van de andere stenen. Dit spectrum komt met geen enkel ander spectrum in de database overeen.

Daarentegen laat YAG(Ce) een vrijwel identiek spectrum zien als de traditionele kleurloze YAG, en lijkt het spectrum van LuAG op die van de traditionele YAG, met enkele verschuivingen. Dit komt doordat in de kristalstructuur van LuAG lutetium de posities van yttrium heeft ingenomen. Het Raman spectrum van GAGG lijkt sterk op het spectrum van een traditionele (kleurloze) GGG, maar ook met lichte verschuivingen van de belangrijkste pieken.



Figuur 4. Raman spectra van de verschillende synthetische 'lumogranaten' en van de oude YAG en GGG diamant imitaties.