

## *A new generation of top-performing inorganic phosphorescent pigments*

## Nuova generazione di pigmenti fosforescenti inorganici ad altissima prestazione

Iacopo Galli - DKSH ITALIA



I. Galli

### INTRODUCTION

In the era of renewable technologies and focus on sustainability, LumiNova® is a new generation of phosphorescent pigments that optimize absorption and emission of light for potentially unlimited cycles of use. These pigments are dispersible in different carriers and their chemical and physical stability provides excellent long-term performance. This class of photoluminescent pigments gives many unexpected objects of our daily life functional and aesthetical features with decay times up to many dozens of hours.

Inside the group of photoluminescent materials some very special molecules give an effect called fluorescence when impacted by light. They absorb and re-emit light with a certain delay in a different wavelength. When the time-lapse between absorption and emission is  $\leq 10^{-8}$  s, e.g. over milliseconds or less, we commonly refer to the effect as fluorescence; when the time-lapse is longer, e.g. over many hours, we refer to the effect as phosphorescence. The quantummechanic explication of the two phenomena is complex and is not reported in this article.

Phosphorescent materials can be organic, inorganic or metallorganic. Inorganic materials are the most widely used in industrial applications due to their flexibility and versatility. This class of materials are inorganic salts (sulphides, aluminates, silicates, or others) doped with ions of rare earths or transition metals in the form of crystal powders.

### INTRODUZIONE

In tempi di sostenibilità ed energie rinnovabili la nuova generazione di pigmenti fosforescenti LumiNova® permette di ottimizzare l'accumulo di luce per potenziali infiniti cicli d'utilizzo. Questi prodotti sono integrabili in diversi materiali e la loro stabilità chimica e fisica permette prestazioni di lungo periodo. Questa famiglia di pigmenti fotoluminescenti nobilita gli articoli più svariati con caratteristiche funzionali e/o estetiche e tempi di decadimento fino a diverse decine di ore.

All'interno dei materiali fotoluminescenti alcune sostanze manifestano un effetto chiamato fluorescenza quando vengono sottoposte ad una radiazione luminosa. Esse assorbono questa radiazione e la riemettono dopo un certo intervallo di tempo con una lunghezza d'onda differente. Quando il tempo che intercorre tra assorbimento ed emissione è breve, nell'ordine dei millisecondi, chiamiamo questo effetto fluorescenza. Quando l'intervallo è più lungo, fino a diverse ore, si parla allora di fosforescenza. La differenza tra i due fenomeni ha una trattazione quantomeccanica complessa. I materiali fosforescenti possono essere organici, inorganici o complessi metallorganici.

Quelli inorganici sono i più utilizzati in ambito industriale per via della loro versatilità. Questi materiali si presentano come polveri cristalline e sono sali inorganici (solfati, alluminati, silicati o altri) dopati con ioni di metalli rari o di transizione. Fondamentale è sottolineare come la



It is fundamental to highlight that phosphorescence is not a nuclear process, thus it does not involve the production of dangerous radiation.

The below table highlights some specific terminology used when working with photoluminescent materials:



*fosforescenza dei LumiNova® non produca radiazioni pericolose per la salute.*

*Nella tabella qui di seguito viene riportato un breve specchietto riassuntivo della terminologia specifica usata nel campo dei materiali fosforescenti:*

Key words <i>Termini</i>	Definition <i>Definizione</i>
Body color <i>Colore naturale</i>	Apparent color of the pigment during daylight <i>Colore del pigmento al netto della fosforescenza</i>
Emission color <i>Colore di emissione</i>	Emission color of the pigment in the dark, after a source of excitation energy is removed <i>Colore di emissione del pigmento al buio, a seguito dell'eccitazione da una fonte luminosa</i>
Candela per square metre (cd/m <sup>2</sup> ) <i>Candela per metro quadro (cd/m<sup>2</sup>)</i>	Unit of measure for light intensity. The minimal visible light that a human eye can perceive is 0,3m cd/m <sup>2</sup> <i>Unità di misura in ambito fisico. Il limite di percezione dell'occhio umano è di 0,3 mcd/m<sup>2</sup></i>
Afterglow luminance <i>Afterglow</i>	Measure of the light emission intensity per unit area after a standard source of excitation energy is removed. In common language frequently, an afterglow is intended as the time a material needs to reduce its emission to the minimum eye perception (decay time) <i>Misura dell'intensità luminosa per unità di superficie rimossa la fonte di eccitazione luminosa. Spesso nel linguaggio comune si parla di afterglow come il tempo che al pigmento necessita per ridurre la sua fosforescenza al minimo di percezione dell'occhio umano (tempo di decadimento)</i>
Excitation wavelength <i>Lunghezza d'onda di eccitazione</i>	Excitation wavelength corresponding to the peak of absorption of the material measured with a spectrophotometer. Frequently this is in the UV spectra <i>Lunghezza d'onda corrispondente al picco massimo di assorbimento, facilmente misurabile con uno spettrofotometro. In molti casi questa è nello spettro UV</i>
Decay time <i>Tempo di decadimento</i>	As required from DIN 60 Part 1, the time necessary for the material to reduce its afterglow to the minimal visible light of human eye perception (0,3m cd/m <sup>2</sup> ) after a standard light source is removed <i>In accordo con il metodo di riferimento DIN 67510 parte 1, è il tempo necessario affinché il materiale riduca il suo afterglow al limite della percezione dell'occhio umano (0,3m cd/m<sup>2</sup>) dalla rimozione della sorgente luminosa definita dal metodo</i>
Lightfastness <i>Lightfastness</i>	Measure of the resistance of the pigment when exposed to light. Lightfastness is frequently measured in blue wool scale or ASTM standard <i>Misura della resistenza del pigmento (in termini di viraggio di colore) quando esposto alla luce. Le scale di misura più usate sono la blue wool scale o lo standard ASTM</i>
Particle size (D <sub>50</sub> , D <sub>90</sub> ) <i>Granulometria (D<sub>50</sub>, D<sub>90</sub>)</i>	60% of the particles are smaller than the D <sub>50</sub> measured, and 90% of the particles are smaller than the D <sub>90</sub> . The bigger the particle, the stronger the afterglow <i>Il 50% delle particelle sono più piccole della D<sub>50</sub> rilevata. Il 90% delle particelle sono più piccole della D<sub>90</sub>. In generale più grande è la particella, più intenso è l'afterglow</i>



### Strontium aluminates

Since the first synthesis of Strontium aluminates (NEMOTO, T. Matsuzawa, 1996) doped with Europium, Dysprosium and other rare earth ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ) the exceptional performances of these materials were immediately evident. It was a fundamental part of this study to understand and fine-tune the influence of Europium ( $\text{Eu}^{2+}$ ) ions in increasing the intensity of light emission and the influence of Dysprosium ( $\text{Dy}^{3+}$ ) in extending the decay time. It is possible to obtain different emission colors, such as green, blue green, blue, red and violet by changing the synthesis parameters.

LumiNova® is a registered trade mark of NEMOTO Strontium Aluminate pigments – a class of materials that is considered as one of the top-performing chemicals in terms of chemical and physical resistance, light fastness, environmental friendliness and nontoxicity.

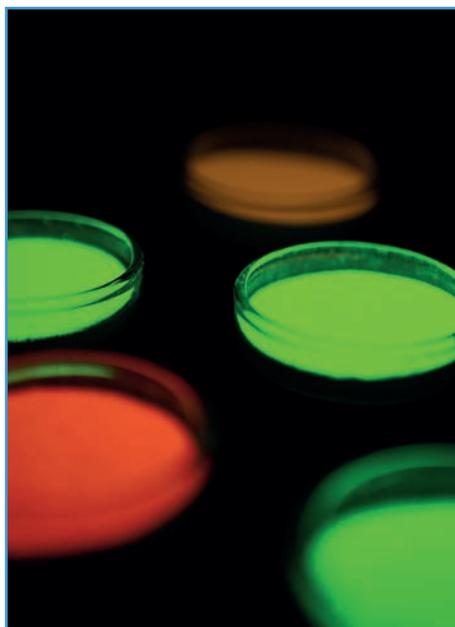
### Main applications and features

These pigments are used in a wide range of industrial applications, including coating on thin layers or mass application in goods using thermoplastic or thermosetting polymers. They are also used in airports, hospitals, highways and buildings, as well as in traffic and emergency signs and printed or coated textiles. Depending on the final application, these pigments are available in various colors, different afterglow performances and in a wide range of particle sizes.

It is not recommended to use Strontium aluminates with aqueous systems, however, some special grades have been developed with a specific surface treatment that gives the pigment a stronger water resistance and light fastness.

These pigments may be used in all types of solvent-borne paint (liquid or solid), inks (for screen printing and rotogravure) and enamels. They can also be used for dispersion in masterbatch for plastics and even for ceramic coatings (up to 6 ° C).

LumiNova® pigments can be mixed in paints and applied to safety helmets, on yacht parts, in automotive industry applications and for sports equipment and clothing. Photoluminescent paint can be used for road markings, security lighting on emergency exits, machinery and safety



### Stronzio alluminati

Fin dalle prime sintesi di Stronzio alluminati (NEMOTO, T. Matsuzawa, 1996) dopati con Europio, Disprosio e altre terre rare ( $\text{SrAl}_2\text{O}_4:\text{Eu}^{2+}$ ,  $\text{Dy}^{3+}$ ), si è subito compreso come questi fotoluminescenti avessero prestazioni eccezionali. Fondamentale in questo studio è stato comprendere e ottimizzare l'influenza degli ioni di Europio ( $\text{Eu}^{2+}$ ) nell'aumentare l'intensità dell'emissione luminosa e degli ioni Disprosio ( $\text{Dy}^{3+}$ ) nel prolungare i tempi di decadimento. Variando la formulazione è possibile produrre pigmenti con differenti tipi di colore di emissione come verde, blu-verde, blu, rosso, viola.

LumiNova® è il brand registrato della NEMOTO per i pigmenti base Stronzio alluminati. Questi sono considerati i prodotti più performanti della categoria anche in termini di resistenza chimico-fisica, lightfastness, caratteristiche tossicologiche ed eco compatibilità.

### Principali caratteristiche e applicazioni

Questi pigmenti sono utilizzati in un ampio spettro di applicazioni industriali per coating su strato sottile o in massa per articoli in materiale termoplastico o termoindurente. A seconda dell'applicazione finale, questi pigmenti esistono in diversi colori, performance e granulometrie. Essi sono utilizzati in pannelli stradali, segnaletica di emergenza, tessuti spalmati o stampati, in aeroporti, ospedali, autostrade o edifici pubblici.

L'uso degli Stronzio alluminati viene generalmente sconsigliato in sistemi acquosi, ma per alcune formulazioni sono stati messi a punto gradi speciali per poter incrementare la resistenza all'umidità e la lightfastness grazie ad uno specifico trattamento superficiale.

Questi pigmenti possono essere dispersi in ogni tipo di vernice (solida o liquida), inchiostro (serigrafico o rotocalco), lacca, dispersi in master per plastica e

persino per coating ceramici (fino a 550°C).

Dispersi in vernici possono essere applicati su caschi di sicurezza, parti di yacht, nell'automotive e per attrezzature o abbigliamento sportivo.

Le vernici fosforescenti vengono usate per segnaletica stradale, illuminazioni di sicurezza, uscite di emergenza, macchinari, equipaggiamento tecnico e ovunque una fonte luminosa in assenza di elettricità sia necessaria.

 equipment that can provide a reliable light source even in the absence of electricity. These materials do not require any maintenance, are eco-friendly, non-toxic and certainly non-radioactive.

For further applications, these pigments can be incorporated in thermoplastic polymers, including acrylates, polyester, PVC, polyolefins but also in thermosetting like epoxy, polyurethanes and unsaturated polyesters. The material can be cast, dipped, coated, extruded or molded to adhere to photoluminescent objects, including frames for switches, marketing elements and furnishing items, indoor and outdoor.

### Dispersion tips and tricks:

Following are some useful tips and tricks to help maximize the performance of LumiNova®:

1. It is not necessary to grind or mill the pigment. Breaking down the crystals will affect the afterglow.
2. Avoid exposure to strong acids or heavy metal.
- 3 Use UV transparent resins.
4. In aqueous systems, keep neutral or slightly alkaline pH
- 5 In plastic applications, LumiNova® could result slight abrasions to the metal surfaces of the extruder. In order to avoid this problem is possible to use a specific process aid.
- 6 Avoid moisture. However, once the pigment is incorporated into the solvent-based resin system or plastic, it is no longer affected by moisture.

It is important to highlight that the after glowing properties depend on the pigment quantity used and from the used binder. The phosphorescence of the final object can be observed when installed properly and excited under correct lighting conditions. The typical amount of pigment could vary between 10% and 50% .

### Quality Standard, Regulation and Compliance

NEMOTO is certified with ISO9001 Compliance and is the lead REACH registrant for Strontium aluminates. NEMOTO also continuously implements and adheres to new certification schemes, including UE 10/2011, OEKO-TEX® and others.



 *Questi materiali sono inoltre “eco-friendly”:* infatti sono prodotti non tossici, non radioattivi e non necessitano di alcuna manutenzione per anni.

*Per ulteriori applicazioni, gli alluminati di Stronzio possono essere incorporati in polimeri termoplastici come acrilati, poliesteri, PVC e poliolefine ma anche in polimeri termoindurenti quali resine epossidiche, poliuretaniche, poliestere insature.*

*Questi pigmenti possono essere usati con tutte le tecnologie applicative in verniciatura, oltre che estrusi, per ottenere oggetti fosforescenti come interruttori, oggetti di arredamento per interno ed esterno, elementi di design e materiale di marketing.*

### Suggerimenti per una dispersione ideale del prodotto:

*Al fine di ottimizzare la performance di questi pigmenti, di seguito alcune indicazioni:*

1. Non è necessario macinare il pigmento. Ridurre la granulometria ne comprometterebbe l'afterglow
2. Va evitata l'esposizione ad acidi forti e metalli pesanti
- 3 Vanno utilizzate resine trasparenti a raggi UV
- 4 Per sistemi acquosi è necessario mantenere un pH neutro o leggermente alcalino
5. Nelle applicazioni plastiche LumiNova® può risultare leggermente abrasivo sulle viti degli estrusori. E' sufficiente impiegare piccole quantità di ausiliari di processo per ovviare al problema
6. Il pigmento teme l'umidità, ma una volta incorporato nella resina rimane stabile

*E' importante sottolineare che l'afterglow dipende dalla concentrazione del pigmento e dal binder utilizzato. La fosforescenza dell'oggetto finale può essere apprezzata se eccitato correttamente con un'adeguata fonte luminosa. Il contenuto tipico di pigmento per la maggior parte delle applicazioni può variare dal 10% fino al 50%.*

### Standard qualitativi, regolatory e specifiche

*NEMOTO è certificata ISO9001 ed è lead registrant REACH per gli Stronzio alluminati, e investe costantemente in nuove certificazioni come la UE 10/2011, la OEKO-TEX® e altre.*

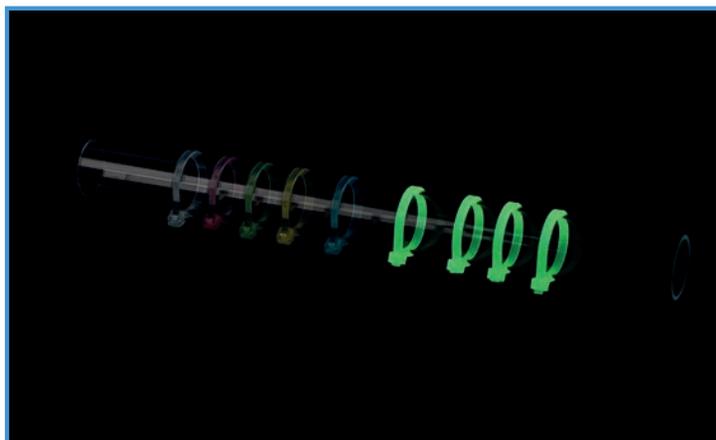
# PIGMENTS

## FOR PHOTOLUMINESCENT COATINGS



### CONCLUSIONS

Thanks to the continuous improvements in the quality and performance of these pigments, the only limitation in using phosphorescent pigments for coating is our imagination. In the era of short lifecycle products and will to use sustainable technologies, LumiNova®'s ability to "recycle" sunlight will remain the perfect answer for many years to come.



# PIGMENTI

## PER COATING FOTOLUMINESCENTI



### CONCLUSIONI

*Grazie ai costanti sforzi e ai miglioramenti della qualità di questi pigmenti l'unico limite applicativo diventa la nostra immaginazione.*

*In tempi di prodotti a ciclo di vita breve e volontà di perseguire tecnologie sostenibili, LumiNova® è la soluzione ottimale come prodotto che "ricicla" la luce del sole per gli anni a venire.*

