



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



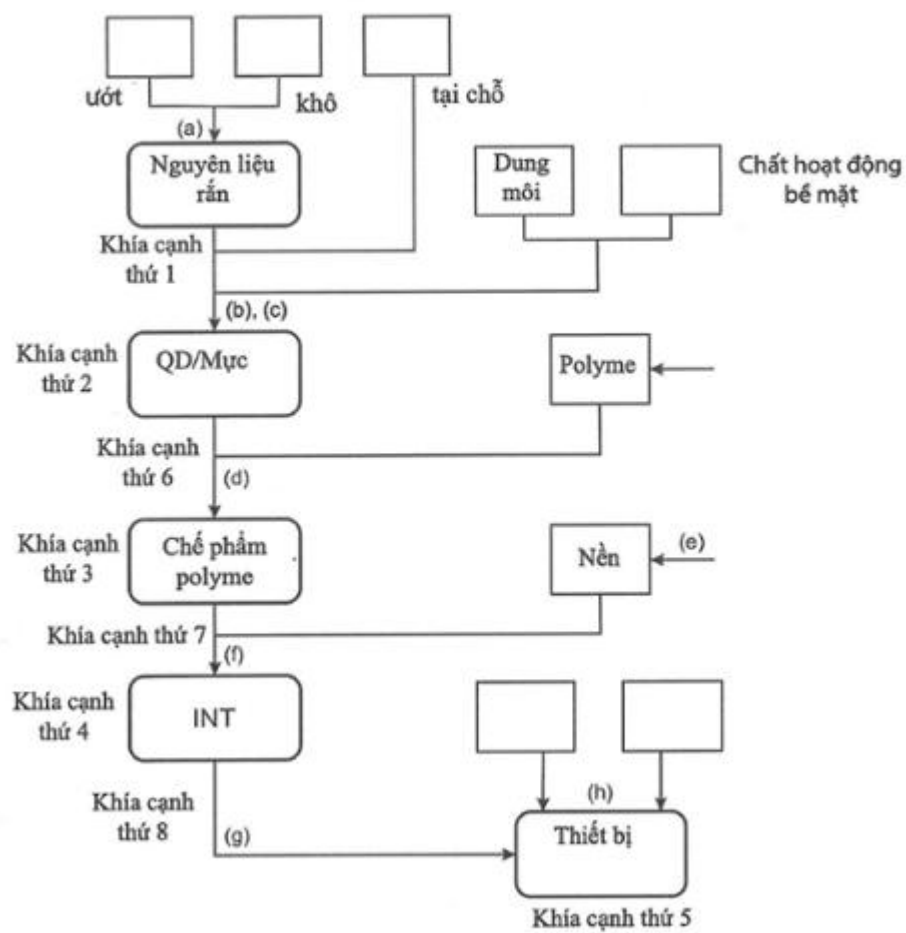
1-0032520

(51)<sup>8</sup> C09K 11/66; H01L 51/42; C30B 29/12; (13) B  
B82B 1/00; C09K 11/77

- 
- (21) 1-2017-05039 (22) 26/06/2017  
(86) PCT/EP2017/065713 26/06/2017 (87) WO2018/028869 A1 15/02/2018  
(30) 16 183 790.1 11/08/2016 EP  
(45) 25/07/2022 412 (43) 25/02/2019 371A  
(73) AVANTAMA AG (CH)  
Laubisrütistrasse 50 8712 Stäfa (CH)  
(72) LÜCHINGER, Norman Albert (CH); OSZAJCA, Marek (PL); KISSEL, Patrick  
(CH); PROTESESCU, Loredana (RO); KOVALENKO, Maksym (UA); KRIEG,  
Franziska (CH).  
(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)
- 

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TINH THỂ PHÁT QUANG, CHẾ PHẨM CHỨA  
TINH THỂ PHÁT QUANG, LINH KIỆN, THIẾT BỊ VÀ VẬT DỤNG BAO GỒM  
CHẾ PHẨM NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến lĩnh vực các tinh thể phát quang (LC), và cụ thể hơn là đến các  
châm lượng tử (QD) có công thức  $A^1_a M^2_b X_c$ , trong đó các phân tử thể là như được xác định  
trong bản mô tả. Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các tinh thể phát quang này,  
cụ thể là nhờ phân tán vật liệu ban đầu thích hợp khi có mặt của chất lỏng và nhờ sự hỗ trợ  
của các viên nghiền; đến các chế phẩm chứa các tinh thể phát quang và đến các thiết bị  
điện tử, lớp phủ trang trí; và đến các linh kiện chứa các tinh thể phát quang.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực các tinh thể phát quang (LC- luminescent crystal), và cụ thể hơn là đến các chấm lượng tử (QD-Quantum Dot). Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các tinh thể phát quang như vậy, đến các chế phẩm chứa các tinh thể phát quang và đến các thiết bị điện tử, các lớp phủ trang trí và các linh kiện chứa LC.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các tinh thể phát quang, cụ thể là các chấm lượng tử, là nhóm vật liệu đã biết. QD như vậy có nhiều ứng dụng trong các sản phẩm công nghiệp và thương mại, bao gồm các thiết bị điện tử như là các điốt phát xạ ánh sáng hoặc màn hình.

Protesescu et al. (Nano Lett., 2015, 15, 3692–3696) mô tả nhóm các chấm lượng tử (QD) phát quang có chất lượng cao. QD đã được tổng hợp bằng các hóa chất rẻ và với độ chính xác kích thước rất cao; kích thước QD được kiểm soát bằng việc điều chỉnh các tham số tổng hợp như nhiệt độ và thời gian phản ứng. Tuy nhiên, chỉ lượng rất nhỏ đã được tổng hợp, do phương pháp này khó kiểm soát (do động học phát triển hạt của thành phần vật liệu này rất nhanh) và khó để mở rộng quy mô. Thêm nữa, phản ứng này không hệ số tỷ lệ, kết quả là lượng lớn các sản phẩm phụ. Hơn nữa, phản ứng này chỉ có thể được thực hiện trong các dung môi có điểm sôi cao như octadexen (do nhiệt độ phản ứng cao) mà yêu cầu trao đổi dung môi nếu QD cần phải có trong dung môi có điểm sôi thấp như toluen cho ứng dụng cuối. Quy trình tổng hợp này được biết đến là “phương pháp nạp nóng”, sử dụng thiết bị phòng thí nghiệm tiêu chuẩn. Do các nhược điểm này, phương pháp tổng hợp QD không thu hút về mặt thương mại làm cho QD đắt đỏ.

Aygüler et al (J. Phys. Chem. C 2015, 119, 12047-12054) mô tả pin điện hóa phát quang dựa trên các hạt nano perovskit halogenua chì lai. Các tác giả này mô tả phương pháp sản xuất các hạt nano có kích cỡ 50-90nm, cũng thừa

nhận rằng sự phân bố kích thước không đồng nhất. Tài liệu này cũng chỉ ra những khó khăn trong việc thu các vật liệu này, do sự bổ sung từng giọt các chất phản ứng là rất quan trọng để thu được các hợp chất tinh khiết. Ngoài ra, các chất chụp cần có để kiểm soát và giới hạn sự tăng trưởng của tinh thể.

Li et al (Chem. Mater., 2015, 284-292) mô tả sự hình thành các hợp kim trạng thái rắn (FA,Cs)PbI<sub>3</sub> ở dạng màng khối để bền hóa các cấu trúc Perovskit, trong đó FA là formamidin. Vật liệu được mô tả trong tài liệu này không biểu thị tính phát quang. Sự hình thành màng thu được qua dung dịch trong N,N-dimethylformamit.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Như vậy, mục đích của sáng chế là giảm thiểu ít nhất một số trong những hạn chế của tình trạng kỹ thuật. Cụ thể là, mục đích của sáng chế là tạo ra phương pháp sản xuất LC/QD được cải thiện. Mục tiêu khác của sáng chế là tạo ra các vật liệu mới chứa LC/QD thích hợp cho nhiều ứng dụng khác nhau, bao gồm các thiết bị điện tử, và các thiết bị quang và các lớp phủ trang trí.

Các mục tiêu này đạt được nhờ phương pháp như được xác định trong điểm 1, mục như được xác định trong điểm 9, linh kiện như được xác định trong điểm 16 và thiết bị/ vật dụng như được xác định trong các điểm 17/ 18. Các khía cạnh khác của sáng chế được mô tả trong phần mô tả và phần yêu cầu bảo hộ độc lập, các phương án được ưu tiên được mô tả trong phần mô tả và phần yêu cầu bảo hộ phụ thuộc. Sáng chế cụ thể là đề cập đến:

- phương pháp để sản xuất các tinh thể phát quang, cụ thể là các chấm lượng tử (khía cạnh thứ nhất);
- các chế phẩm ở dạng huyền phù, còn được gọi là “mực”, hoặc “thể phân tán tiền trùng hợp”, và các ứng dụng của nó (khía cạnh thứ hai);
- chế phẩm polyme rắn và các ứng dụng của nó (khía cạnh thứ ba);
- linh kiện (khía cạnh thứ tư);
- thiết bị (bao gồm các thiết bị điện tử, các thiết bị quang) và các vật dụng chứa bề mặt được phủ (khía cạnh thứ năm);

- phương pháp sản xuất chế phẩm polyme (khía cạnh thứ sáu);
- phương pháp sản xuất linh kiện (khía cạnh thứ bảy);
- phương pháp sản xuất thiết bị (khía cạnh thứ tám);

### Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn nhờ sự tham chiếu đến các hình vẽ.

Fig.1 (a) và Fig.1 (b) chỉ ra sơ lược các khía cạnh khác nhau của sáng chế. Trong fig.1 b, trục x biểu thị cỡ hạt/ nm, trục y biểu thị số lượng hạt/ đơn vị tùy ý. Bên trái là vật liệu ban đầu (vật liệu khối) được tạo ra trong bước (a), bên phải là LC/QD sáng tạo thu được trong bước (b) của sáng chế.

Fig.2 biểu thị các mẫu nhiễu xạ tia X của vật liệu ban đầu  $\text{FAPbBr}_3$  thu được nhờ hai phương pháp chuẩn bị khác nhau như được mô tả bởi sáng chế. trục x:  $2\theta$  (°); trục y: cường độ (đơn vị tùy ý); đỉnh:  $\text{FAPbBr}_3$

từ dung dịch theo ví dụ 1; đáy:  $\text{FAPbBr}_3$  từ nghiền khô theo ví dụ 2.

Fig.3 biểu thị ảnh TEM của các LC  $\text{FAPbBr}_3$  được tổng hợp theo sáng chế, thể hiện bản chất khối của cấu trúc tinh thể.

Fig.4 biểu thị ảnh TEM của các LC  $\text{FAPbBr}_3$  được tổng hợp theo sáng chế.

Fig.5 biểu thị ảnh TEM của các LC  $\text{Cs}_{0,85}\text{FA}_{0,15}\text{PbBr}_3$  được tổng hợp theo sáng chế.

Fig.6 biểu thị ảnh TEM của các LC  $\text{Cs}_{0,5}\text{FA}_{0,5}\text{PbBr}_3$  được tổng hợp theo sáng chế.

Fig.7 biểu thị mô hình nhiễu xạ tia X của các LC được kết tủa khác nhau theo sáng chế. trục x:  $2\theta$  (°); trục y: cường độ (đơn vị ngẫu nhiên); đỉnh:  $\text{CsPbBr}_3$ , giữa:  $\text{Cs}_{0,5}\text{FA}_{0,5}\text{PbBr}_3$ ; đáy:  $\text{FAPbBr}_3$ .

### Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Cần hiểu rằng các phương án, các phương án ưu tiên và các khoảng khác nhau như được đưa ra/ mô tả trong phần mô tả này có thể được kết hợp tùy ý. Ngoài ra, phụ thuộc vào phương án

cụ thể, các định nghĩa, các phương án hoặc các khoảng được chọn có thể không áp dụng.

Trừ khi điều ngược lại được đề cập, các định nghĩa sau sẽ áp dụng trong bản mô tả này.

Các thuật ngữ chỉ số ít và các thuật ngữ tương tự được sử dụng trong ngữ cảnh của sáng chế được hiểu là bao gồm số ít và số nhiều trừ khi điều ngược lại được chỉ ra trong bản mô tả hoặc mâu thuẫn rõ ràng với ngữ cảnh. Ngoài ra, các thuật ngữ “bao gồm”, “chứa” và “gồm” được sử dụng trong bản mô tả theo nghĩa rộng, không giới hạn của nó. Thuật ngữ “chứa” sẽ bao gồm “gồm” và “bao gồm”.

Các tỷ lệ phần trăm được hiểu là % theo trọng lượng, trừ khi điều ngược lại được chỉ ra trong bản mô tả hoặc mâu thuẫn rõ ràng với ngữ cảnh

Thuật ngữ “các tinh thể phát quang” (LC) đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật và liên quan đến các tinh thể có kích cỡ 3-500nm, tạo ra các vật liệu bán dẫn. Thuật ngữ này bao gồm các chấm lượng tử, điển hình là có kích cỡ nằm trong khoảng 3 – 15nm và các tinh thể nano, điển hình là có kích cỡ nằm trong khoảng lớn hơn 1nm và lên đến 100nm (tốt hơn là lên đến 50nm) và các tinh thể, điển hình là có kích cỡ nằm trong khoảng lớn hơn 100nm và lên đến 500nm. Tốt hơn là, các tinh thể phát quang là các tinh thể gần như là đẳng cự (như hình cầu hoặc hình khối). Các hạt được coi gần như là đẳng cự, trong trường hợp tỷ lệ khung hình (chiều dài nhất : chiều ngắn nhất) của cả 3 chiều trục giao là 1 - 2. Theo đó, tổ hợp của LC tốt hơn là chứa 50 - 100% (n/n), tốt hơn là 66 - 100% (n/n), tốt hơn nữa là 75 - 100% (n/n) tinh thể nano đẳng cự.

LC biểu thị, khi thuật ngữ này chỉ ra, tính phát quang. Trong ngữ cảnh của sáng chế, thuật ngữ tinh thể phát quang bao gồm các tinh thể hoặc có thể là các hạt đa tinh thể. Trong trường hợp thứ hai, một hạt có thể bao gồm một vài miền tinh thể (các hạt), được nối nhờ các đường bao pha tinh thể hoặc đường bao pha vô định hình. Tinh thể phát quang được phân tách theo không gian khỏi các hạt khác do sự có mặt của chất phản ứng bề mặt. Tinh thể phát quang là vật liệu bán dẫn mà biểu lộ năng lượng vùng cấm trực tiếp (điển hình là

trong khoảng 1,1 – 3,8eV, điển hình hơn là 1,4 – 3,5eV, thậm chí điển hình hơn là 1,7 – 3,2eV). Sau khi độ rọi bằng bức xạ điện từ bằng hoặc cao hơn năng lượng vùng cấm này, điện tử của vùng hóa trị được kích thích đến vùng dẫn để lại lỗ trống điện tử trong vùng hóa trị. Exciton (cặp điện tử- lỗ trống điện tử) tạo thành, sau đó, tái kết hợp bức xạ ở dạng quang phát quang, với cường độ tối đa được định tâm xung quanh trị số năng lượng vùng cấm LC và thể hiện hiệu suất lượng tử quang phát quang là ít nhất 1%. Tiếp xúc với các nguồn điện tử và lỗ trống điện tử bên ngoài, LC có thể thể hiện điện phát quang. Theo ngữ cảnh của sáng chế, các LC không thể hiện cơ phát quang (ví dụ phát quang do áp suất cao), hóa phát quang, điện hóa phát quang hay là nhiệt phát quang.

Thuật ngữ “chấm lượng tử” (QD) đã được biết đến và cụ thể là đề cập đến các tinh thể nano của chất bán dẫn mà có đường kính điển hình là nằm trong khoảng từ 3 đến 15nm. Trong khoảng này, đường kính vật lý của QD nhỏ hơn bán kính Bo kích thích khối, khiến tác động hạn chế lượng tử chiếm ưu thế. Kết quả là, các trạng thái điện tử của QD, và Do đó năng lượng vùng cấm, là một hàm số của thành phần và cỡ vật lý của QD, tức là màu sắc của hấp thụ/ phát xạ có liên quan đến cỡ của QD. Chất lượng quang của mẫu QD có liên quan trực tiếp với độ đồng nhất của chúng (các QD càng đơn phân tán càng có FWHM phát xạ nhỏ). Khi QD đạt đến cỡ lớn hơn bán kính Bo, tác động hạn chế lượng tử bị cản trở và mẫu này có thể không phát quang nữa do quá trình không bức xạ để tái tổ hợp exciton có thể chiếm ưu thế. Như vậy, các QD là phân nhóm đặc biệt của các tinh thể nano, được xác định cụ thể bởi kích cỡ và sự phân bố kích cỡ của nó. Các đặc tính của các QD có liên quan trực tiếp đến cá tham số này, phân biệt chúng từ các tinh thể nano.

Thuật ngữ “dung môi” đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật và cụ thể là bao gồm các hydrocacbon béo, các hydrocacbon thơm, các ete (bao gồm glycol-ete), các este, rượu, xeton, amin, amit, sulfon, phosphin, alkylcarbonat. Các chất hữu cơ nêu trên có thể được thế hoặc không được thế bởi một hoặc nhiều phần tử thế, ví dụ bởi halogenua (như flo), hydroxy, C1-4 alkoxy (như metoxy hoặc etoxy) và alkyl (như metyl, etyl, isopropyl). Các chất hữu cơ nêu

trên bao gồm các chất dẫn xuất mạch thẳng, phân nhánh và vòng. Cũng có thể có các liên kết không no trong phân tử này. Các hợp chất nêu trên điển hình là có 4-24 nguyên tử cacbon, tốt hơn là 5-12 nguyên tử cacbon, tốt nhất là 6-10 nguyên tử cacbon.

Các thuật ngữ “chất hoạt động bề mặt”, “phối tử”, “tác nhân phân tán” và “chất phân tán” đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật và về cơ bản là có cùng ý nghĩa. Trong ngữ cảnh của sáng chế, các thuật ngữ này biểu thị chất hữu cơ, thay vì dung môi, mà được sử dụng trong huyền phù hoặc keo để cải thiện sự phân tách của các hạt và để ngăn cản sự kết tụ hoặc sự sa lắng. Không bị giới hạn bởi lý thuyết, được cho là chất hoạt động bề mặt được gắn nhờ vật lý hoặc hóa học trên bề mặt hạt trước hoặc sau khi thêm các hạt vào dung môi và do đó, tạo ra các tác động mong muốn. Thuật ngữ chất hoạt động bề mặt bao gồm các vật liệu polyme và các phân tử nhỏ; chất hoạt động bề mặt điển hình là chứa các nhóm chức phân cực ở một đầu và các nhóm không phân cực ở một đầu. Trong ngữ cảnh của sáng chế, các dung môi (ví dụ, toluen) không được coi là chất hoạt động bề mặt.

Thuật ngữ “huyền phù” đã được biết đến và đề cập đến dịch không đồng nhất của pha bên trong (i.p.) mà là chất rắn và pha bên ngoài (e.p.) là chất lỏng. pha bên ngoài bao gồm một hoặc nhiều tác nhân phân tán/ chất hoạt động bề mặt, tùy ý là một hoặc nhiều dung môi và tùy ý là một hoặc nhiều tiền-polyme.

Thuật ngữ “polyme” đã được biết đến và bao gồm các vật liệu tổng hợp hữu cơ và các vật liệu tổng hợp vô cơ. Thuật ngữ “tiền polyme” sẽ bao gồm các monome và các oligome.

Thuật ngữ “xử lý dung dịch” đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật và biểu thị ứng dụng của màng phủ hoặc màng mỏng với nền bằng việc sử dụng vật liệu ban đầu dựa trên dung dịch (- chất lỏng). Theo ngữ cảnh của sáng chế, xử lý dung dịch đề cập đến sự sản xuất các sản phẩm thương mại, như các thiết bị điện tử, các thiết bị quang, và các vật dụng chứa lớp phủ (trang trí) và còn đến sự sản xuất các linh kiện/ hàng hóa trung gian chứa composit QD hoặc lớp

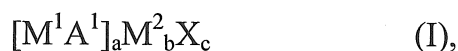
QD. Điển hình là, ứng dụng của (các) huyền phù này được thực hiện ở các điều kiện môi trường xung quanh.

Thuật ngữ “compozit QD” để chỉ vật liệu composit vô cơ/ hữu cơ rắn chứa Lcs/QD, chất hoạt động bề mặt và nền. Dạng của composit QD bao gồm màng, sợi và vật liệu khối. Composit QD được sử dụng cho các ứng dụng mà ở đó LC/QD’s chỉ có chức năng quang học, do LC/QD’s này không được nhắm đến về mặt điện tử.

Trong các composit QD, LC/QD’s được nhúng chìm trong nền, như nền polyme hoặc nền vô cơ, để phân tách về không gian từng LC/QD’s với nhau. Phụ thuộc vào việc sử dụng, độ dày của màng composit QD có thể thay đổi trên khoảng rộng, nhưng điển hình là 1 – 1000micron.

Thuật ngữ “lớp QD” để chỉ lớp mỏng chứa các tinh thể phát quang (cụ thể là các QD) và chất hoạt động bề mặt và không chứa, hoặc về cơ bản là không chứa các thành phần khác, như nền/ chất gắn kết. Các lớp QD có thể có nhiều ứng dụng khác nhau, bao gồm điốt phát xạ ánh sáng chấm lượng tử (QLED) hoặc pin mặt trời chấm lượng tử. Trong các ứng dụng này, LC/QD được nhắm đến về mặt điện tử; dòng điện đi qua lớp QD nhờ sự áp dụng điện thế. Phụ thuộc vào việc sử dụng, độ dày của lớp QD có thể thay đổi trên khoảng rộng, nhưng điển hình là 3 – 200nm, tốt hơn là 5 – 100nm, tốt nhất là 6-30nm. Lớp QD có thể bao gồm lớp đơn phân tử của LC/QD, vì vậy có độ dày bằng cỡ của LC/QD được sử dụng và vì vậy xác định được giới hạn dưới của độ dày.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các tinh thể phát quang, cụ thể là các tinh thể phát quang từ nhóm của các chấm lượng tử. Cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các tinh thể phát quang có kích thước 3-500nm, tốt hơn là có kích thước 3-100nm, các tinh thể phát quang đã nêu được chọn từ các hợp chất có công thức (I)



trong đó

$A^1$  là một hoặc nhiều cation hữu cơ, tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm formamidin, amoni, guanidin, thioure được proton hóa, imidazol, pyridin, pyrrolidin,

$M^1$  là một hoặc nhiều kim loại kiềm, tốt hơn là được chọn từ Cs, Rb, K, Na, Li,

$M^2$  là một hoặc nhiều kim loại, tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm Ge, Sn, Pb, Sb, và Bi,

X là một hoặc nhiều anion được chọn từ nhóm bao gồm các halogenua và các giả halogenua và sulfua, tốt hơn là: clorua, bromua, iodua, xyanua, thioxyanat, isothioxyanat và sulfua, cụ thể là tốt hơn là một hoặc nhiều các halogenua được chọn từ nhóm bao gồm Cl, Br, và I,

a là 1-4

b là 1-2

c là 3-9;

phương pháp đã nêu bao gồm các bước (a) tạo ra vật liệu rắn như được xác định dưới đây; và (b) phân tán vật liệu đã nêu khi có mặt chất lỏng như được xác định dưới đây.

Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Biết rằng LC/QD là các vật liệu nhạy cảm với môi trường. Trước hết, chúng có xu hướng tổ hợp cái cảm ứng các quá trình tái tổ hợp không bức xạ, dẫn đến hiệu suất lượng tử phát quang bị giảm. Theo đó, các phép đo phải được thực hiện để ổn định hóa LC/QD một khi được tổng hợp. Phương pháp được mô tả ở đây đáp ứng yêu cầu này nhờ việc bộc lộ phương pháp sản xuất được cải thiện để tạo ra LC/QD ở dạng huyền phù bền (“mực”).

Phương pháp được mô tả ở đây có thể coi là một cách tiếp cận “từ trên xuống”, do vật liệu được tổng hợp theo cách thông thường trước và sau đó được giảm kích thước và bền hóa để thu được LC/QD. Cách tiếp cận này ngược với cái đã biết và được mô tả trong Protesescu và Aygüler (đã thảo luận

ở trên), là một cách tiếp cận “từ dưới lên”. Phương pháp sáng tạo này được minh họa thêm, nhưng không bị giới hạn bởi các thí nghiệm được thực hiện dưới đây.

Phương pháp được mô tả ở đây tạo ra LC/QD có các đặc tính ưu việt. Thứ nhất, các trị số FWHM nhỏ (độ rộng của đỉnh phát xạ; ví dụ 26nm đối với sự phát xạ ở 522nm) được quan sát thấy. Thứ hai, hiệu suất lượng tử phát quang cao được quan sát thấy (>80% đối với sự phát xạ ở khoảng xung quanh 530nm). Các hiệu suất lượng tử này là cao khi so sánh với 5-15% như được báo cáo trong Aygüler (được trích dẫn trên đây). Theo đó, LC/QD được tạo ra bởi phương pháp theo sáng chế thích hợp cho số lượng lớn các ứng dụng về các thiết bị điện tử và các thiết bị quang. Thêm nữa, LC/QD được tạo ra bởi phương pháp theo sáng chế cũng thích hợp cho các vật dụng (không điện tử/không quang) phủ, như vật dụng phủ trang trí.

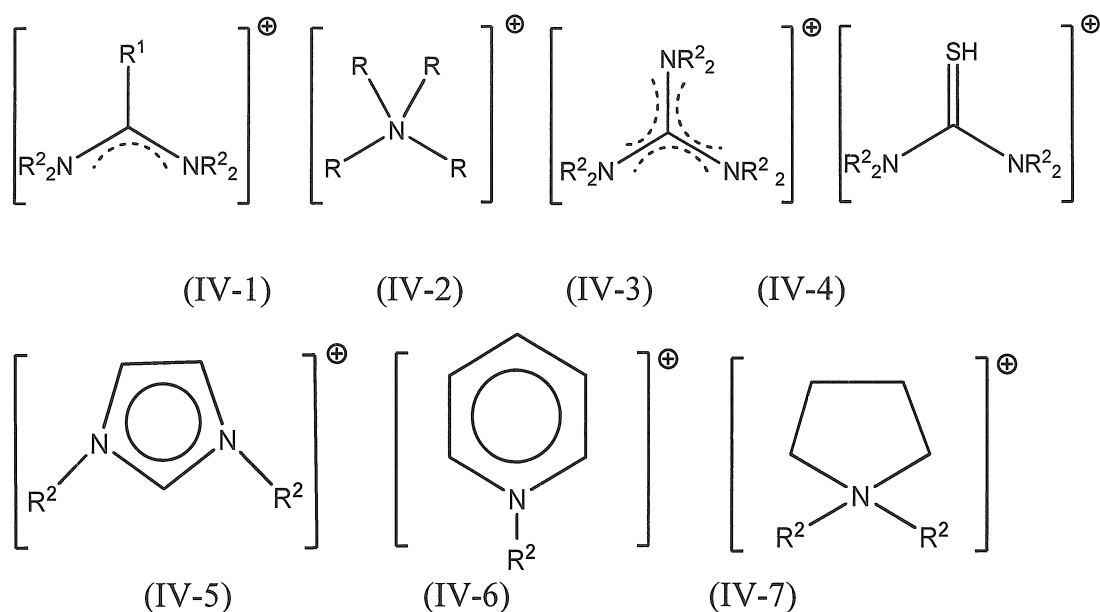
Phương pháp theo sáng chế tốt hơn, khi so sánh với các phương pháp sản xuất đã biết. Thứ nhất, nó mạnh hơn nhiều và có thể được tăng quy mô dễ dàng. Thứ hai, nó yêu cầu ít vật liệu ban đầu hơn và tạo ra ít sản phẩm phụ hơn. Thứ ba, không yêu cầu trao đổi dung môi với các dung môi có điểm sôi thấp (ví dụ, toluen) sau khi tổng hợp LC/QD bởi vì sự tổng hợp này có thể diễn ra trực tiếp trong các dung môi có điểm sôi thấp. Thứ tư, phân bố kích cỡ hẹp của các sản phẩm thu được, được quan sát thấy. Kết quả là, các chi phí sản xuất được giảm đáng kể, tạo ra LC/QD có sẵn cho một số lượng lớn các ứng dụng.

Các tinh thể phát quang/ các chấm lượng tử có công thức (I): Phương pháp theo sáng chế tạo ra LC/QD mà có kích cỡ trung bình là 3-500nm, cụ thể là 3-100nm. Các LC/QD còn có phân bố kích cỡ hẹp, như được chỉ thị bởi các trị số FWHM thấp của các đỉnh phát xạ.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó  $a=1$ ,  $b=1$ ,  $c=3$ .

Có thể được thấy từ công thức (I) nêu trên, các hợp chất là đối tượng của sáng chế là các vật liệu lại trong đó chúng chứa hai loại cation, gọi là cation hữu cơ và cation kim loại. Trong khi cation  $A^1$  là cation hữu cơ, cation  $M^2$  (và

$M^1$ , nếu có) là cation kim loại. Theo sáng chế, các cation hữu cơ  $A^1$  có trong hợp chất có công thức (I), trong khi các cation kim loại  $M^1$  có thể có hoặc không có ( $A^1 \neq 0$ ;  $M^1=0$  hoặc  $M^1 \neq 0$ ). Các vật liệu lai như vậy, cụ thể là ở dàn các hạt nano Perovskit, có các đặc tính có lợi. Khoảng rộng của các vật liệu lai (I) bao gồm các cation hữu cơ  $A^1$  là sẵn có theo phương pháp sản xuất theo sáng chế. Các cation hữu cơ thích hợp có thể được chọn từ nhóm bao gồm các cation formamidin (IV-1), các cation amoni (IV-2), các cation guanidin (IV-3), các cation thioure được proton hóa (IV-4), các cation imidazol (IV-5), các cation pyridin (IV-6), các cation pyrrolidin (IV-7),



trong đó các phần tử thế R là, độc lập với nhau, hydro, hoặc  $C_{1-4}$  alkyl, hoặc phenyl, hoặc benzyl và trong trường hợp R được nối với cacbon, nó ngoài ra là, độc lập với nhau, halogenua hoặc giả halogenua.

Với (IV-1),  $R^2$  tốt hơn là hydro; và  $R^1$  tốt hơn là metyl hoặc hydro hoặc halogenua hoặc giả halogenua. Các cation ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm axetamidin, formamidin (FA). FA là cation được ưu tiên.

Với (IV-2), R tốt hơn là hydro và metyl, etyl, n-propyl, iso-propyl, n-butyl, iso-butyl, tert-butyl, phenyl, benzyl. Các cation ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm benzylamoni, iso-butylamoni, n-butylamoni, t-butylamoni,

diethylamoni, dimethylamoni, etylamoni, metylamoni (MA), phenethylamoni, isopropylamoni, n-propylamoni. MA là cation được ưu tiên.

Với (IV-3),  $R^2$  tốt hơn là hydro, khiến hợp chất gốc, cation guanidin.

Với (IV-4),  $R^2$  tốt hơn là hydro, khiến hợp chất gốc, cation thioure được proton hóa.

Với (IV-5),  $R^2$  tốt hơn là metyl hoặc hydro. Imidazol là cation được ưu tiên.

Với (IV-6),  $R^2$  tốt hơn là metyl hoặc hydro. Pyridin là cation được ưu tiên.

Với (IV-7),  $R^2$  tốt hơn là metyl hoặc hydro. Pyrolidin là cation được ưu tiên.

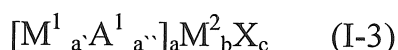
Cần hiểu rằng theo sáng chế sự có mặt của  $A^1$  là bắt buộc. Các hợp chất có công thức (I) theo sáng chế này do đó, được gọi là các perovskit hữu cơ.

Lượng của  $M^1$  có thể thay đổi trên một khoảng rộng. Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó không có  $M^1$ . Theo phương án này, sáng chế đề cập đến các hợp chất có công thức (I-2)



trong đó các phân tử thể là như được xác định trong bản mô tả. Trong bản mô tả này, các hợp chất có công thức (I-2) như vậy được gọi là các perovskit hữu cơ tinh khiết, do sự vắng mặt của  $M^1$ .

Theo một phương án khác, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó  $M^1$  có mặt ở lượng lên đến 90%mol khi được tính trên cơ sở của  $M^1 + A^1$ . Theo phương án này,  $M^1$  và  $A^1$  được phân bố theo thống kê và liên quan đến các hợp chất có công thức (I-3)



trong đó

$$a' + a'' = 1 \text{ và } a'/(a' + a'') < 0,9 \text{ và } a' > 0, \text{ và}$$

trong đó các phần tử thể còn lại là như được xác định trong bản mô tả. Trong bản mô tả này, các hợp chất có công thức (I-3) như vậy được gọi là các perovskit vô cơ-hữu cơ, do sự có mặt của  $M^1$ .

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó  $M^1 = \text{Cs}$ .

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó  $A^1 = \text{FA}$ .

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó  $M^2 = \text{Pb}$ .

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), trong đó X là tổ hợp có ít nhất hai thành phần được chọn từ danh sách của Cl, Br, I.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I), được chọn từ  $\text{FA}_1\text{Pb}_1\text{X}_3$ , cụ thể là  $\text{FAPbBr}_3$ ,  $\text{FAPbBr}_2\text{I}$ . Phương án này còn bao gồm các hỗn hợp mol tương ứng của  $\text{FABr}$  và  $\text{PbBr}_2$  hoặc các hỗn hợp của  $\text{FAI}$  và  $\text{PbBr}_2$ .

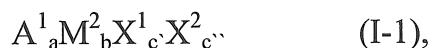
Theo một phương án khác, sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I) còn bao gồm các vật liệu được pha tạp, tức là trong đó phần của  $M^1$  được thay thế bằng các kim loại kiềm khác, hoặc trong đó phần của  $M^2$  được thay thế bằng các kim loại chuyển tiếp hoặc kim loại kiềm thổ hiếm khác, hoặc trong đó phần của X được thay thế bằng halogenua khác, hoặc trong đó phần của  $A^1$  được thay thế bằng các cation khác như được xác định trong bản mô tả. Các dopant (tức là các ion thay thế) thường có ở lượng ít hơn 1% so với ion chúng thay thế.

Theo một phương án khác sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I-2), được chọn từ  $A^1\text{SnX}_3$ ,  $A^1_3\text{Bi}_2\text{X}_9$ ,  $A^1\text{GeX}_3$ .

Các hợp chất có công thức (I) bao gồm các hợp chất tỷ lệ và hợp chất không tỷ lệ. Các hợp chất có công thức (I) là tỷ lệ, trong trường

hợp a, b và c là số tự nhiên (tức là các số nguyên dương); chúng không tỷ lệ, trong trường hợp a, b và c là phân số, trừ các số tự nhiên.

Theo một phương án khác sáng chế đề cập đến LC/QD có công thức (I) trong đó phần của X được thay thế bằng một hoặc nhiều anion được chọn từ nhóm bao gồm xyanua, thioxyanat, isothioxyanat và sulfua. Các phương án làm ví dụ được cụ thể hóa.



trong đó

$A^1$ ,  $M^2$ , a, b như được xác định ở trên;

$X^1$  là một hoặc nhiều anion được chọn từ nhóm gồm các halogenua như được xác định ở trên;

$X^2$  là anion khác với  $X^1$ , được chọn từ nhóm gồm các giả halogenua hoặc sulfua, như được xác định ở trên, ;

$c^+ + c^{''}$  là số tự nhiên từ 3 đến 9 và  $c^+/c^{''} > 0,9$ . Khi sulfua là 2-, nó tính hai lần khi tính toán  $c^+$ ,  $c^{''}$ .

Các phương án làm ví dụ của công thức (I-1) bao gồm  $FAPbCl_{2,9}CN_{0,1}$ ,  $FASnBr_2(SCN)_1$ ,  $FA_3Bi_2Br_{8,8}(NCS)_{0,2}$ , và  $FAPbBr_{0,43}I_{2,43}S_{0,07}$ .

Bước (a): Vật liệu rắn thích hợp được tạo ra trong bước (a) có kích cỡ hạt trung bình ít nhất là 100nm và sự phân bố kích cỡ hạt đa phân tán, đặc trưng là 50nm-100 $\mu$ m, đặc trưng hơn là 100nm-50 $\mu$ m. Cỡ hạt của vật liệu rắn sẽ được xác định nhờ SEM, TEM, BET hoặc phương pháp lắng ly tâm.

Thêm nữa, vật liệu rắn như vậy có thành phần hóa học tương ứng với thành phần hóa học của các LC/QD mong muốn. Theo đó, vật liệu rắn như vậy có thành phần tỷ lệ gồm a có lượng mol là  $(A^1 + M^1)$ , b có lượng mol là  $M^2$  và c có lượng mol là X.

Vật liệu như vậy có thể được cung cấp cho quy trình theo sáng chế nhờ các cách tiếp cận khác nhau, ví dụ (a1), (a2), (a3) như được chỉ ra dưới đây. Vật liệu này có thể được cung cấp cho bước (b) liên tục hoặc gián đoạn bằng

các phương pháp đã biết. Vật liệu này có thể được cung cấp cho bước (b) như là vật liệu rắn, hoặc ở dạng huyền phù.

Quy trình tổng hợp ướt (a1): Sản xuất vật liệu rắn theo công thức (I) được biết đến về bản chất. Các phương pháp phổ biến nhất bao gồm các quy trình tổng hợp ướt như các quy trình kết tủa từ dung môi pha bazơ hoặc pha chứa nước. Vật liệu này có thể được cung cấp cho bước (b) liên tục hoặc gián đoạn bằng các phương pháp đã biết.

Quy trình tổng hợp khô bằng cách nghiền (a2): Phương án tiếp cận khác để sản xuất vật liệu rắn theo công thức (I) bao gồm sự nghiền khô các vật liệu tiền phân tử. Theo phương án này, vật liệu rắn là hỗn hợp của hai hoặc nhiều tiền chất khô có các công thức  $aA^1_1X_1$  và  $M^2_bX_{(c-a)}$ , trong đó các phân tử thể được xác định ở trên. Ví dụ,  $FAPbBr_3$ ,  $FA_4PbBr_6$ , có thể tiếp cận được bằng các hỗn hợp mol tương ứng của các tiền chất  $FABr$  và  $PbBr_2$  hoặc  $FAPbBr_2I$  có thể tiếp cận được bằng các hỗn hợp tương ứng của các tiền chất  $FAI$  và  $PbBr_2$ . Vật liệu tinh thể khô theo công thức (I) sau đó thu được trong quá trình nghiền khô, ví dụ sử dụng chày và cối hoặc quá trình bao gồm các máy nghiền bi khuấy trộn. Quá trình này có thể được xem như một phản ứng trạng thái rắn được cảm ứng bằng cách nghiền.

Phương án tiếp cận này có thể được coi là “từ trên xuống”: Các vật liệu ban đầu rắn có sẵn bằng cách nghiền khô thể hiện sự phân bố kích cỡ hạt đa phân tán với cỡ hạt trung bình  $> 500nm$ , đặc trưng là giữa  $1-50micron$  (được đo bằng SEM hoặc phương pháp lắng ly tâm) trong khi các tính thể phát quang được tổng hợp thể hiện sự phân bố kích cỡ rất hẹp với cỡ trung bình là  $3-500nm$ . Nhờ theo các phương án được mô tả ở đây, cỡ hạt trung bình và độ đa phân tán của vật liệu ban đầu được giảm xuống để thu được sự phân bố kích cỡ hẹp và cỡ hạt là  $3-500nm$ .

Sự tạo thành tại chỗ (a3): Một cách khác đối với vật liệu rắn theo công thức (I) bao gồm sự tạo thành tại chỗ, như phản ứng trạng thái rắn trong quá trình phân tán. Theo phương án này, vật liệu rắn là hỗn hợp của hai hoặc nhiều tiền chất khô có các công thức  $aA^1_1X_1$  và  $M^2_bX_{(c-a)}$ , trong đó các phân tử thể

được xác định ở trên. Ví dụ,  $\text{FAPbBr}_3$ ,  $\text{FA}_4\text{PbBr}_6$ , có thể tiếp cận được bằng các hỗn hợp mol tương ứng của các tiền chất  $\text{FABr}$  và  $\text{PbBr}_2$  hoặc  $\text{FAPbBr}_2\text{I}$  có thể tiếp cận được bằng các hỗn hợp tương ứng của các tiền chất  $\text{FAI}$  và  $\text{PbBr}_2$ . Vật liệu tinh thể theo công thức (I) sau đó được tạo ra trong suốt quá trình phân tán (tức là, tại chỗ) bằng phản ứng của hai tiền chất của vật liệu rắn.

Các tiền chất nêu trên, theo đó, có sẵn nhờ các phương pháp đã biết, như các quá trình tổng hợp ướt, các quá trình tổng hợp khô. Người có hiểu biết trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ ở vị trí mà chọn các tiền chất thích hợp để thu được các tinh thể phát quang có công thức (I). Lần nữa, phương án tiếp cận này cũng có thể được coi là “từ trên xuống”, do các tiền chất được sử dụng lớn hơn LC/QD thu được.

Theo một phương án, cỡ hạt trung bình của vật liệu rắn ít nhất là 100nm (được xác định bởi BET, SEM, TEM hoặc phương pháp lắng ly tâm), tốt hơn là giữa 100nm -100 $\mu\text{m}$ , tốt hơn nữa là 500nm-50 $\mu\text{m}$ .

Theo phương án có lợi, vật liệu rắn bao gồm một thành phần đơn có tỷ lượng giống như các LC/QD có công thức (I).

Bước (b): Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, được cho là sau sự phân tán của vật liệu ban đầu trong pha dung dịch, một số các ảnh hưởng xảy ra đồng thời hoặc nối tiếp.

Thứ nhất, vật liệu rắn được phân bố đều bên trong pha lỏng.

Thứ hai, vật liệu rắn được tiếp xúc với chất hoạt động bề mặt. Được cho rằng, vật liệu này nhờ đó được phủ và được làm bền hóa trong pha lỏng.

Thứ ba, cỡ hạt của vật liệu rắn được giảm xuống. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, được cho là sự phân bố kích cỡ hạt đơn phân tán thu được nhờ hai cơ chế xuất hiện: (1) nghiền nát/phân cắt cơ học của các hạt lớn hơn cỡ của các LC/QD cuối, (2) kết tụ Ostwald và nung kết các hạt nhỏ hơn cỡ của các LC/QD cuối.

Theo phương án cụ thể, cỡ hạt trung bình của vật liệu ban đầu rắn cao hơn ít nhất là 1,5 lần (tốt hơn là ít nhất là 2 lần), tốt nhất là ít nhất là 5 lần) so với cỡ hạt trung bình của các LC/QD được tổng hợp tương ứng.

Lỏng: Như được chỉ ra trên đây, bước (b) được thực hiện trong pha lỏng. Các chất lỏng thích hợp có thể được chọn từ (i) chất hoạt động bề mặt lỏng, (ii) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt và dung môi, (iii) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt, dung môi và tiền polyme hoặc polyme và (iv) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt và tiền polyme lỏng.

Theo phương án (i), pha lỏng bao gồm (hoặc về cơ bản là bao gồm) các chất hoạt động bề mặt lỏng. Phương án này là có lợi, do nó là hệ thống đơn giản mà không sử dụng dung môi.

Theo phương án (ii), pha lỏng bao gồm (hoặc về cơ bản là bao gồm) tổ hợp của (lỏng hoặc rắn) chất hoạt động bề mặt và (các) dung môi. Phương án này là có lợi, do nó cho phép sử dụng các chất hoạt động bề mặt rắn.

Theo phương án (iii), pha lỏng bao gồm (hoặc về cơ bản là bao gồm) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt (lỏng hoặc rắn) và (các) dung môi và polyme hoặc tiền polyme (lỏng hoặc rắn). Phương án này là có lợi, do nó tạo ra chế phẩm mà có thể được sử dụng trực tiếp để sản xuất các linh kiện/ các chất trung gian như được xác định dưới đây.

Theo phương án (iv), pha lỏng bao gồm (hoặc về cơ bản là bao gồm) tiền polyme lỏng. Phương án này là có lợi, do nó tạo ra chế phẩm mà không chứa dung môi và có thể được sử dụng trực tiếp để sản xuất các linh kiện/ các chất trung gian như được xác định dưới đây.

Dung môi: Thuật ngữ dung môi được xác định trên đây. Để tránh nghi ngờ, thuật ngữ dung môi không bao gồm các chất hoạt động bề mặt và các tiền polyme.

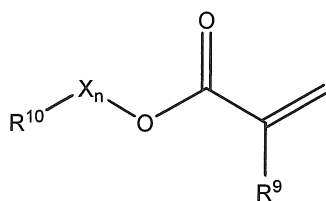
Thuận lợi là, dung môi được chọn từ nhóm gồm các hydrocacbon (bao gồm các hydrocacbon mạch thẳng, phân nhánh và vòng), các hydrocacbon thơm, các ete (bao gồm các glycol-ete), các este, rượu, xeton. Tốt hơn là dung

môi được chọn từ nhóm gồm các C<sub>5-8</sub> xycloalkan, các C<sub>5-24</sub> alkan mạch thẳng và phân nhánh, các alkan đã nêu được thế hoặc không được thế bằng phenyl hoặc naphtyl. Tốt nhất là, dung môi được chọn từ nhóm gồm các C<sub>5-15</sub> alkan mạch thẳng, toluen và xyclohexan.

Theo phương án khác, dung môi này thể hiện điểm sôi dưới 140°C, tốt hơn là dưới 120°C. Như một khía cạnh có lợi của phương pháp theo sáng chế, giờ đây có thể thu được các LC/QD ở nhiệt độ thấp hơn nhiều khi so sánh với các phương pháp trước đó, như theo Protesescu (nêu trên, sử dụng các phương pháp tổng hợp ở 140-200°C).

Tiền-polyme: Thuật ngữ tiền polyme được xác định ở trên. Thuận lợi là, các tiền polyme được chọn từ nhóm gồm acrylat, carbonat, sulfon, epoxy, vinyl, uretan, imit, este, furan, melamin, styren, và silicon. Tốt hơn là, tiền polyme được chọn từ nhóm gồm acrylat, uretan, styren, epoxy. Đặc biệt tốt hơn là, tiền polyme được chọn từ nhóm bao gồm acrylat, và epoxy.

Các acrylat tiền polyme tốt hơn là chứa hoặc bao gồm các thành phần có công thức (III)



(III), trong đó:

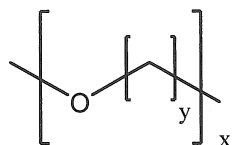
R<sup>9</sup> là H hoặc CH<sub>3</sub>,

R<sup>10</sup> là C<sub>1-25</sub> alkyl vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh, hoặc nhóm C<sub>2-25</sub> alkenyl vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh, hoặc nhóm C<sub>6-26</sub> aryl, mỗi tùy ý được thế bằng một hoặc nhiều C<sub>1-20</sub> alkyl vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh, phenyl hoặc phenoxy,

n là 0 hoặc 1, và

X là phần cách từ nhóm của các alkoxylat chứa 1-40 nguyên tử cacbon và 1-10 nguyên tử oxy.

X tốt hơn là phần cách của công thức (IIIa),



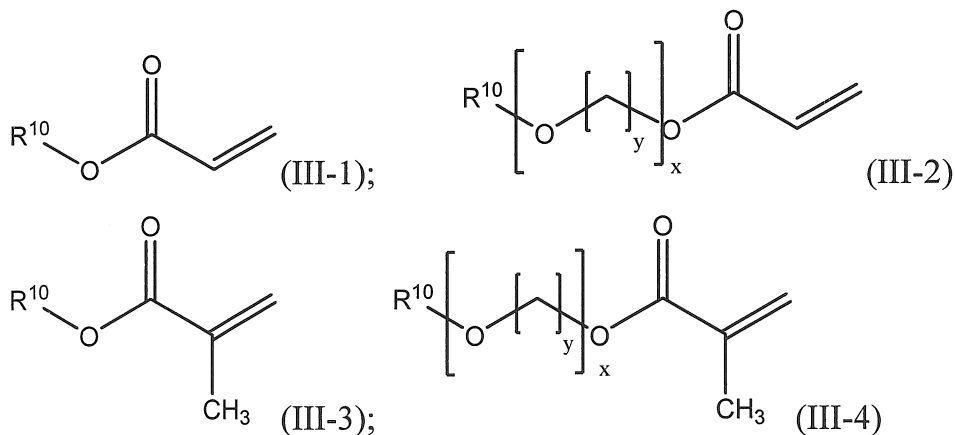
(IIIa), trong đó:

x là 1 – 10, tốt hơn là 1, 2, 3, hoặc 4.

y là 0, 1, 2, 3 hoặc 4, tốt hơn là 2.

Như vậy, các hợp chất có công thức (III) gồm các acrylat tiền polyme có các công thức (III-1) và (III-2) trong đó  $R^9$  là H, và các metacrylat tiền polyme có công thức (III-3) và (III-4) trong đó  $R^9$  là metyl, còn được gọi chung là (met)acrylat tiền polyme.

Ngoài ra, các hợp chất có công thức (III) còn gồm các (met)acrylat tiền polyme đơn giản trong đó n là 0 và X không có mặt (các công thức (III-1) và (III-3) và các (met)acrylat tiền polyme được alkoxy hóa (các công thức (III-2) và (III-4)).



R là nhóm béo no hoặc không no được chọn từ nhóm gồm các phân tử vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh, hoặc nhóm thơm.

Các acrylat tiền polyme gồm các monome và các oligome được phản ứng một phần có công thức (III).

$R^{10}$  tốt hơn là vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh  $C_{1-25}$  alkyl. Alkyl vòng gồm các nhóm đơn vòng và đa vòng và còn gồm tùy ý là các nhóm được thế, chứa 1-6 phần tử thế từ nhóm của  $C_{1-4}$  alkyl.  $R^{10}$  đặc biệt tốt hơn là metyl, etyl,

propyl, butyl, octyl, lauryl, xetyl, stearyl, 2-ethylhexyl, isooctyl, isodexyl, xyclohexyl, trimetyl-xyclohexyl, isobornyl, dixyclopentenyl.

$R^{10}$  tốt hơn nữa là nhóm  $C_{1-25}$  alkenyl vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh.  $R^{10}$  đặc biệt tốt hơn là alyl, oleyl,

$R^{10}$  tốt hơn nữa là nhóm  $C_{6-26}$  aryl, tùy ý được thế bằng một hoặc nhiều  $C_{1-20}$  alkyl vòng, mạch thẳng hoặc phân nhánh. Aryl gồm các aryl đơn vòng và đa vòng có thể tùy ý được thế bằng 1-4 phần tử thế, các phần tử thế này được chọn từ nhóm gồm  $C_{1-4}$  alkyl, phenyl và phenoxy.  $R^{10}$  đặc biệt tốt hơn là phenyl, benzyl, 2-naphtyl, 1-naphtyl, 9-florenyl.

Các ví dụ cụ thể về các acrylat tiền polyme có công thức (III-1) gồm: isobornylacrylat và dixyclopentadienyl-acrylat (CAS 33791-58-1).

Các ví dụ cụ thể về các acrylat tiền polyme có công thức (III-2) và (III-4) gồm: các poly(etylen glycol) phenyl ete acrylat (cụ thể là 2-phenoxyetyl acrylat), O-phenyl phenoxyetyl acrylat, polyetylen glycol o-phenylphenyl ete acrylat (CAS 72009-86-0), poly(etylen glycol) etyl ete metacrylat, di(etylen glycol) etyl ete acrylat, poly(etylen oxit) nonylphenyl eteacrylat, poly(propylen glycol) 4-nonylphenyl ete acrylat, etylen glycol dixyclopentenyl ete acrylat, etylen glycol dixyclopentenyl ete metacrylat.

Do định nghĩa của  $R^{10}$ , các (met)acrylat tiền polyme có công thức (III) là đơn chức.

Theo phương án khác, các (met)acrylat tiền polyme là các (met)acrylat tiền polyme đa chức. Các (met)acrylat tiền polyme đa chức như vậy có thể thu được trong trường hợp axit (met)acrylic phản ứng với polyol để nhờ đó thu được các (met)acrylat tiền polyme hai, ba, bốn, năm và sáu chức. Các polyol thích hợp để tạo ra các (met)acrylat tiền polyme đa chức gồm các  $C_{1-30}$  polyol béo hoặc thơm, tùy ý được thế bằng một hoặc nhiều nhóm  $C_{1-4}$ alkoxy, trong đó số nhóm alkoxy tốt hơn là  $\leq 10$ , tốt hơn nữa là  $\leq 5$ . Các ví dụ về các polyol bao gồm, glycol, hexanediol, decandiol, bisphenol, floren-9-bisphenol, bisphenol

được etoxy hóa bao gồm 2-6, ví dụ 4 nhóm etoxy và floren-9-bisphenol được etoxy hóa gồm 2-6, ví dụ 4, nhóm etoxy.

Các ví dụ cụ thể về các (met)acrylat tiền polyme hai chức bao gồm 1,10-decandiol diacrylat, 1,6-hexanediol diacrylat, 1,6-hexanediol dimetacrylat, neopentyl glycol dimetacrylat, trixyclodecane dimetanol diacrylat, bisphenol A etoxylat diacrylat (bao gồm CAS 64401-02-1), bisphenol A etoxylat dimetacrylat, floren-9-bisphenol diacrylat được thay đổi, flo-9-bisphenol dimetacrylat được thay đổi, 1,3-butylen glycol dimetacrylat.

Các ví dụ cụ thể về (met)acrylat tiền polyme ba chức bao gồm trimetylolpropan triacrylat được etoxy hóa (CAS 28961-43-5), trimetylolpropan triacrylat (CAS 15625-89-5), trimetylolpropan trimetacrylat (CAS 3290-92-4).

Các ví dụ cụ thể về (met)acrylat tiền polyme bốn chức bao gồm di(trimetylolpropan) tetraacrylat (CAS 94108-97-1), pentaerythritol tetraacrylat (CAS 4986-89-4).

Các ví dụ cụ thể về các (met)acrylat tiền polyme sáu chức gồm dipentaerythritol hexaacrylat (CAS 29570-58-9).

Trong số các (met)acrylat tiền polyme đơn chức hoặc đa chức nêu trên đặc biệt được ưu tiên này, được quy định:

$R^{10}$  là nhóm C5-25 alkyl vòng, hoặc

$R^{10}$  là nhóm C5-25 alkenyl vòng, hoặc

$R^{10}$  là nhóm aryl được thế.

Trong số các (met)acrylat tiền polyme đơn chức hoặc đa chức nêu trên, đặc biệt rất được ưu tiên là các hợp chất trong đó  $R^{10}$  là isobornyl; dicyclopentenyl; bisphenol hoặc floren-9-bisphenol.

**Polyme:** Thuật ngữ polyme được xác định ở trên. Có lợi là, polyme được chọn từ nhóm gồm acrylat polyme, carbonat polyme, sulfon polyme, epoxy polyme, vinyl polyme, uretan polyme, imit polyme, este polyme, furan

polyme, melamin polyme, styren polyme, và silicon polyme và các olefin đồng polyme vòng.

Thuật ngữ các acrylat polyme đề cập đến các polyme chứa hoặc bao gồm các đơn vị lặp lại đã nêu trên.

Các acrylat polyme bao gồm các polyme đồng nhất và đồng polyme. Các acrylat đồng polyme tốt hơn là bao gồm 50 – 100% trọng lượng của các đơn vị lặp lại theo công thức (III), đặc biệt tốt hơn là 90 – 100% trọng lượng. Các acrylat polyme đồng nhất bao gồm một hoặc nhiều, tốt hơn là một đơn vị lặp lại có công thức (III).

Chất hoạt động bề mặt: Nhiều loại chất hoạt động bề mặt khác nhau có thể được sử dụng trong trường hợp của sáng chế. Các chất hoạt động bề mặt thích hợp có thể được xác định theo các thí nghiệm thông thường; sự lựa chọn của nó phụ thuộc chủ yếu vào polyme được sử dụng trong bước kế tiếp và bản chất của vật liệu rắn. Các chất hoạt động bề mặt có thể được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt không ion, các chất hoạt động bề mặt cation, các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính và các chất hoạt động bề mặt anion.

Theo một phương án, các chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt anion, các chất hoạt động bề mặt cation, các chất hoạt động bề mặt không ion và các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính, có một hoặc nhiều gốc hóa học được chọn từ nhóm gồm các alkyl ete với công thức (II)



$m$  và  $n$  độc lập là 0-10, nhưng  $m+n>2$  và

$R$  là  $\text{C}_{1-5}$ -alkyl.

Đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật là để kết hợp hai hoặc nhiều chất hoạt động bề mặt để cải thiện các đặc tính tích cực; tổ hợp như vậy của các chất hoạt động bề mặt cũng là đối tượng của sáng chế.

Theo phương án khác, các chất hoạt động bề mặt gồm hỗn hợp của chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính và chất hoạt động bề mặt không ion, tốt hơn là amin béo no hoặc không no.

Các chất hoạt động bề mặt không ion gồm: các maleic polyme như poly(maleic anhydrit-alt-1-octadexen), các polyamin, các alkylamin, (ví dụ các N-alkyl-1,3-propylen-diamin, các N-alkyldipropylen-triamin, các N-alkyltripropylen-tetraamin, các N-alkylpolypropylen-polyamin), poly(etylenimin), các polyeste, các alkyl este (ví dụ xetyl palmitat), các alkyl polyglycol ete (như rượu polyglycol ete béo với 3-25 đơn vị etoxy (EO), ví dụ dehypon E124) và rượu oxo polyglycolete), các alkyl/aryl polyglycolete được trộn, các alkyl polyglucoside (APG), các rượu béo, như các rượu stearyl (ví dụ Lorol C18TM), các N-axylamit (ví dụ axit N-oleoyl-gamma-aminobutyric)

Các chất hoạt động bề mặt không ion còn gồm sản phẩm cộng các chất hoạt động bề mặt và etoxylat và/ hoặc propoxylat polyme hóa (EO/PO), như các rượu béo alkoxylat, các sản phẩm cộng rượu EO/PO (bao gồm các sản phẩm cộng rượu béo EO/PO, các sản phẩm cộng rượu oxo EO/PO), khối EO/PO-đồng polyme, khối etylen diamin etylen oxit-propylen oxit (EO/PO)-đồng polyme, các sản phẩm cộng EO rượu (béo) được chụp mũ ở đuôi và các sản phẩm cộng EO/PO (ví dụ butyl được chụp mũ ở đuôi), các este của các axit carboxylic, cụ thể là các sản phẩm cộng EO/PO và các sorbitan este (ví dụ từ nhóm gồm SPAN).

Các chất hoạt động bề mặt không ion còn gồm các alkoxy-silan và các sản phẩm thủy phân của nó.

Các chất hoạt động bề mặt không ion còn gồm alkylphosphin, các alkylphosphin oxit (ví dụ trioctylphosphin oxit - TOPO) và các alkylthiol.

Các chất hoạt động bề mặt không ion còn gồm alkyl este của axit béo (ví dụ xetyl palmitat, axit lauric, axit capric).

Nhóm được ưu tiên của các chất hoạt động bề mặt không ion là các alkylimin các alkylamin, ví dụ dioctylamin, oleylamin, octadexylamin, hexadexylamin.

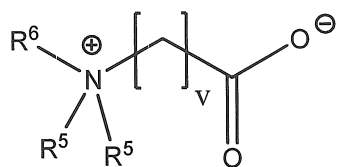
Các chất hoạt động bề mặt cation gồm: các alkylamoni halogenua, ví dụ oleylamoni bromua, alkyltrimetylamoni halogenua ví dụ xetyltrimetylamoni bromua, dialkyldimetylamoni halogenua như ví dụ distearyldimetylamoni clorua, trialkylmetylamoni halogenua ví dụ trioctylmetylamoni clorua, các hai polydimetylsiloxan bậc bốn.

Các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính, còn được gọi là các chất hoạt động bề mặt lưỡng tính, là nhóm hợp chất đã biết. Chúng bao gồm nhóm cation, tốt hơn là muối amin, nhóm amoni bậc bốn, sulfoni hoặc phosphoni và phần anion tốt hơn là nhóm carboxylat, sulfonat, sulfit, sulfat, phosphinat, phosphonat, phosphit hoặc phosphat. Các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính tốt nhất là bao gồm amoni bậc bốn làm phần cation và carboxylat, sulfonat hoặc phosphonat làm phần anion. Các ví dụ về các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính gồm: betain, như caprylic glyxinat, cocamidopropylbetain, và dinatri cocoampho diacetat; 3-(N,N-dimetylalkylamonio)propan sulfonat, alkylphosphoazan ion lưỡng tính.

Các nhóm cụ thể của các chất hoạt động bề mặt lưỡng tính gồm:

- Các amoni carboxylat theo công thức (V-1),
- Các chất dẫn xuất amoni theo công thức (V-2),
- Các phosphocholin theo công thức (V-3),
- Các chất dẫn xuất 1-amoni-2-propanol có công thức (V-4),
- Các amidoalkyl amoni carboxylat có công thức (V-5),
- Các chất dẫn xuất amidoalkyl amoni có công thức (V-6), và
- Các chất dẫn xuất 1-(amidoalkyl-amoni)-2-hydroxy-propyl có công thức (V-7).

Các amoni carboxylat theo công thức (V-1),



(V-1), trong đó:

$R^5$  là H hoặc metyl,

$v$  là 1-8, và

$R^6$  là đuôi không phân cực, được chọn từ các hydrocacbon được thế hoặc không được thế

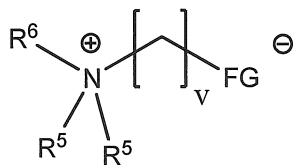
$R^6$  tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm alkyl, alkoxy-alkyl, aryl-alkyl, aryloxy-alkyl, và alkenyl.

$R^6$  đặc biệt tốt hơn là được chọn từ alkyl mạch thẳng hoặc phân nhánh, tốt hơn nữa là  $C_{8-30}$  alkyl mạch thẳng hoặc phân nhánh, tốt nhất là  $C_{10-20}$ alkyl.

$v$  tốt hơn là số nguyên từ 1-4.

Các phân nhóm cụ thể của các amoni carboxylat theo (V-1) bao gồm các glyxinat trong đó  $R^5$  là H và  $v$  là 1, các dimetyl amoni betain trong đó  $R^5$  là  $CH_3$  và  $v$  là 1, và các amoni propionat trong đó  $R^5$  là H và  $v$  là 2).

Các chất dẫn xuất amoni theo công thức (V-2),



(V-2), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-1), và

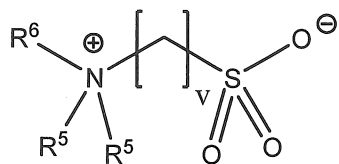
FG là nhóm chức mang điện tích âm.

FG tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm sulfonat (nhóm cuối  $-SO_3^-$ ), sulfit (nhóm cuối  $O-SO_2^-$ ), sulfat (nhóm cuối  $-O-SO_3^-$ ), phosphonat (nhóm cuối  $-P(OR^7)O_2^-$ ), phosphinat (nhóm cuối  $-PR^7O_2^-$ ), phosphat (nhóm cuối  $-O-P(OH)O_2^-$ ) và phosphit (nhóm cuối  $-O-P(H)O_2^-$ ).

$R^7$  tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm alkyl, alkoxy-alkyl, aryl-alkyl, aryloxy-alkyl, và alkenyl.

$R^7$  đặc biệt tốt hơn là được chọn từ alkyl mạch thẳng hoặc phân nhánh, tốt hơn nữa là  $C_{8-30}$  alkyl mạch thẳng hoặc phân nhánh, tốt nhất là  $C_{10-20}$ alkyl.

Phân nhóm được ưu tiên là các amoni sulfonat theo công thức (V-2.1),

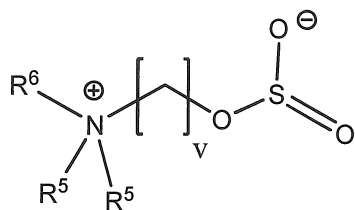


(V-2.1), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2).

Các phân nhóm cụ thể của các amoni sulfonat theo công thức (V-2.1) bao gồm sulfobetain trong đó  $R^5$  là  $\text{CH}_3$ ).

Phân nhóm được ưu tiên khác là các amoni sulfit theo công thức (V-2.2),

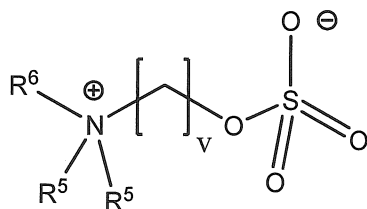


(V-2.2), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2).

Các phân nhóm cụ thể của các amoni sulfit theo công thức (V-2.2) bao gồm sulfobetain trong đó  $R^5$  là  $\text{CH}_3$ ).

Phân nhóm được ưu tiên khác là các amoni sulfat theo công thức (V-2.3),

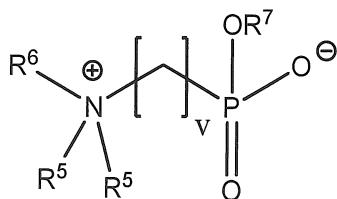


(V-2.3), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2).

Các phân nhóm cụ thể của các amoni sulfat theo công thức (V-2.3) bao gồm sulfobetain trong đó  $R^5 = \text{CH}_3$ .

Phân nhóm được ưu tiên khác là các amoni phosphonat theo công thức (V-2.4),

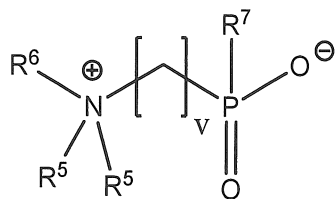


(V-2.4), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2), và

Các phân nhóm cụ thể của các amoni phosphonat theo công thức (V-2.4) bao gồm phosphonatbetain trong đó  $R^5$  là  $CH_3$ .

Phân nhóm được ưu tiên khác là các amoni phosphinat theo công thức (V-2.5),

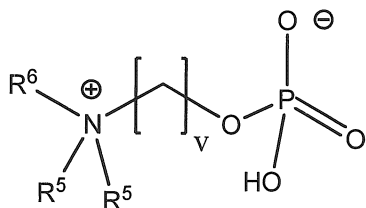


(V-2.5), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2).

Các phân nhóm cụ thể của các amoni phosphinat theo công thức (V-2.5) bao gồm phosphinatbetain trong đó  $R^5 = CH_3$ .

Phân nhóm được ưu tiên khác là các amoni phosphat theo công thức (V-2.6),

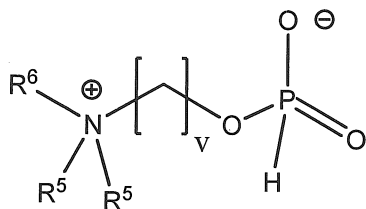


(V-2.6), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2).

Các phân nhóm cụ thể của các amoni phosphat theo công thức (V-2.6) bao gồm phosphatobetain trong đó  $R^5 = CH_3$ .

Phân nhóm được ưu tiên khác là các amoni phosphit theo công thức (V-2.7),

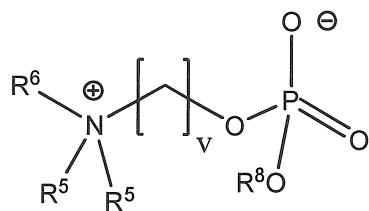


(V-2.7), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$  và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-2).

Các phân nhóm cụ thể của các amoni phosphit theo công thức (V-2.7) bao gồm phosphitobetain trong đó  $R^5 = CH_3$ .

Các chất dẫn xuất phosphocholin theo công thức (V-3),



(V-3), trong đó:

v là 1–8, tốt hơn là 1-4, đặc biệt tốt hơn là 2,

R<sup>5</sup> là như được xác định trong công thức (V-1),

R<sup>6</sup> là hydro hoặc metyl, và

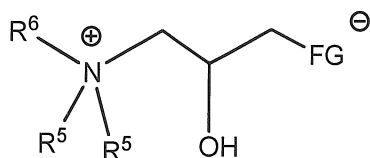
R<sup>8</sup> là đuôi không phân cực, được chọn từ các hydrocacbon được thế hoặc không được thế

R<sup>8</sup> tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm alkyl, alkoxy-alkyl, aryl-alkyl, aryloxy-alkyl, và alkenyl.

R<sup>8</sup> đặc biệt tốt hơn là được chọn từ alkyl mạch thẳng hoặc phân nhánh, tốt hơn nữa là C<sub>8-30</sub> alkyl mạch thẳng hoặc phân nhánh, tốt nhất là C<sub>10-20</sub>alkyl.

Các phân nhóm cụ thể của phosphocholin theo công thức (V-3) bao gồm phosphobetain trong đó R<sup>5</sup> và R<sup>6</sup> là CH<sub>3</sub>. Ví dụ cụ thể là miltefosin.

Các chất dẫn xuất 1-amoni-2-propanol có công thức (V-4),



(V-4), trong đó:

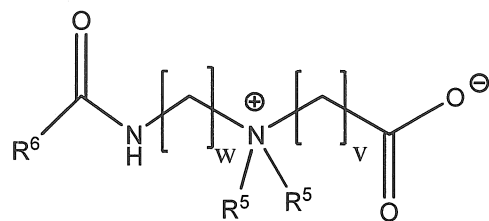
R<sup>5</sup> và R<sup>6</sup> là như được xác định trong công thức (V-1), và

FG là nhóm chức mang điện tích âm.

FG tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm sulfonat (nhóm cuối –SO<sub>3</sub><sup>-</sup>), sulfit (nhóm cuối O-SO<sub>2</sub><sup>-</sup>), sulfat (nhóm cuối -O-SO<sub>3</sub><sup>-</sup>), phosphonat (nhóm cuối –P(OR<sup>7</sup>)O<sub>2</sub><sup>-</sup>), phosphinat (nhóm cuối –PR<sup>7</sup>O<sub>2</sub><sup>-</sup>), phosphat (nhóm cuối -O-P(OH)O<sub>2</sub><sup>-</sup>) và phosphit (nhóm cuối -O-P(H)O<sub>2</sub><sup>-</sup>) trong đó R<sup>7</sup> được xác định trên đây.

FG đặc biệt tốt hơn là sulfonat. Các phân nhóm cụ thể của các hợp chất có công thức (V-4) bao gồm hydroxyl sulfobetain trong đó R<sup>5</sup> và R<sup>6</sup> là CH<sub>3</sub> và FG là –SO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

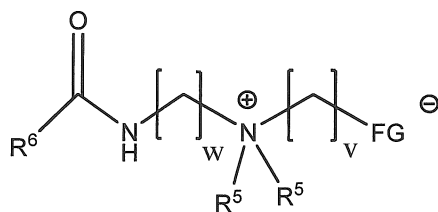
Các amidoalkyl amoni carboxylat có công thức (V-5),



(V-5), trong đó:

$R^5$ ,  $R^6$ , và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-1), và  $w$  là 2-5, tốt hơn là 2.

Các chất dẫn xuất amidoalkyl amoni có công thức (V-6),



(V-6), trong đó:

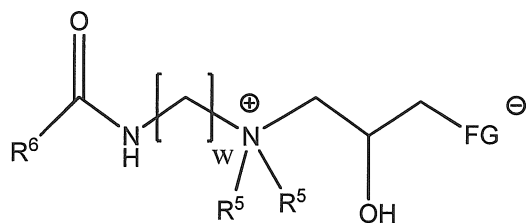
$R^5$ ,  $R^6$ , và  $v$  là như được xác định trong công thức (V-1),  $w$  là 2-5, tốt hơn là 2, và

FG là nhóm chức mang điện tích âm.

FG tốt hơn là sulfonat (nhóm cuối  $-\text{SO}_3^-$ ), các sulfit (nhóm cuối  $\text{O}-\text{SO}_2^-$ ) và các sulfat (nhóm cuối  $-\text{O}-\text{SO}_3^-$ ), các phosphonat (nhóm cuối  $-\text{P}(\text{OR}^7)\text{O}_2^-$ ), các phosphinat (nhóm cuối  $-\text{PR}^7\text{O}_2^-$ ), các phosphat (nhóm cuối  $-\text{O}-\text{P}(\text{OH})\text{O}_2^-$ ) và các phosphit (nhóm cuối  $-\text{O}-\text{P}(\text{H})\text{O}_2^-$ ) và trong đó  $R^7$  được xác định trên đây.

FG đặc biệt tốt hơn là sulfonat. Các phân nhóm cụ thể của các amidoalkyl amoni sulfonat bao gồm amido alkyl sulfobetain trong đó  $R^5$  là  $\text{CH}_3$  và FG là  $-\text{SO}_3^-$ .

Các chất dẫn xuất 1-(amidoalkyl-amoni)-2-hydroxy-propyl theo công thức (V-7).



(V-7), trong đó:

$R^5$  và  $R^6$  là như được xác định trong công thức (V-1), và

FG là nhóm chức mang điện tích âm.

FG đặc biệt tốt hơn là sulfonat. Các phân nhóm cụ thể của các amidoalkyl hydroxy amoni sulfonat bao gồm amidoalkyl hydroxyl sulfobetain trong đó  $R^5$  là  $CH_3$  và FG là  $-SO_3^-$ .

Các chất hoạt động bề mặt lưỡng tính được dẫn xuất từ imidazolin: Nhóm này bao gồm các amphotet (mono hoặc diacetat) và các amphopropionat.

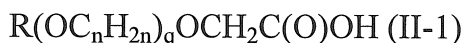
Các chất hoạt động bề mặt anion bao gồm các sulfat, sulfonat, phosphat, và carboxylat. Các ví dụ cụ thể bao gồm các phosphat este của các alkyl ete, amoni lauryl sulfat, kiềm lauryl sulfat và các alkyl-ete sulfat có liên quan, ví dụ laureth sulfat kiềm.

Nhóm được ưu tiên của chất hoạt động bề mặt anion là các carboxylat từ nhóm gồm axit béo, như axit oleic, axit stearic, axit palmitic.

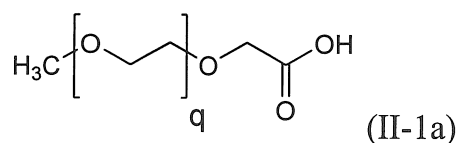
Theo phương án được ưu tiên chất hoạt động bề mặt được chọn từ danh sách sau: SP 13300, SP 20000, SP 24000SC, SP 41000, SP540, BYK9077, Hypermer KD1-SO-(AP), Span65, Span80, Span85, metoxy-etoxy-etoxy-axit axetic, oleylamin, axit oleic, axit stearic, poly(maleic anhydrit-alt-1-octadexen), oleylamoni bromua, 3-(N,N-dimetyl-octadexyl-amoni)propan sulfonat, miltefosin và TOPO.

Theo phương án khác, các chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm gồm chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt cation, chất hoạt động bề mặt không ion và chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính chứa các nhóm không phân cực ở một đầu được chọn từ nhóm gồm các chuỗi alkyl hoặc chuỗi alkyl-ete có 4-30, tốt hơn là 6-24, tốt nhất là 8-20 nguyên tử cacbon.

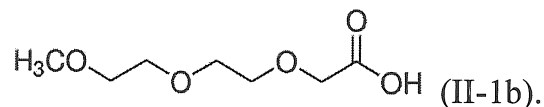
Theo phương án khác, chất hoạt động bề mặt anion được chọn từ các axit monocarboxylic chứa đuôi polyete theo công thức (II),



trong đó R là  $C_{1-5}$ -alkyl, q là số nguyên từ 0 đến 5 và n là số nguyên từ 1 đến 3. Năm hợp chất đặc biệt được ưu tiên của nhóm này là:



trong đó q là từ 0-4. Điều này tương ứng với hợp chất có công thức (II), trong đó R=Metyl, n=2 và q là số nguyên từ 0-4. Hợp chất đặc biệt được ưu tiên của nhóm này là hợp chất có công thức (II-1b),



Quá trình phân tán: Các quá trình phân tán thích hợp đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật và bao gồm các phương pháp phân tán chứa các viên nghiền, các quá trình phân tán nhờ siêu âm, phân tán nhờ trộn cắt xén tốc độ cao và phân tán áp suất cao.

Nghiền viên: Theo phương án được ưu tiên, phương pháp phân tán là nghiền viên tốt hơn là nhờ sự sử dụng máy nghiền viên khuấy. Theo phương án được ưu tiên cỡ viên là dưới 5mm, tốt hơn là dưới 500 micron. Theo phương án khác, phương pháp phân tán là nghiền viên với cỡ viên nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 $\mu$ m, tốt hơn là 20 – 500  $\mu$ m. Theo phương án khác phương pháp phân tán là nghiền viên với công suất đầu vào đặc hiệu trên trọng lượng của huyền phù ít nhất là 10W/kg; tốt hơn là 100W/kg, tốt nhất là 1000W/kg. Theo một phương án khác, nhiệt độ của huyền phù trong quá trình phân tán là dưới 140°C, tốt hơn là dưới 120°C, tốt nhất là dưới 70°C. Ngạc nhiên phát hiện được rằng các vật liệu rắn như được xác định trên đây có thể được chuyển hóa thành LC/QD với các đặc tính quang ưu việt (hiệu suất lượng tử cao, FWHM nhỏ) bằng việc sử dụng các máy nghiền bi khuấy trộn, tạo ra các LC/QD với các đặc tính ưu việt và ở các nhiệt độ phản ứng thấp. Điều này được coi là ưu điểm đáng kể hơn so với các phương pháp đã biết.

Siêu âm: Theo phương án được ưu tiên khác, phương pháp phân tán gồm siêu âm, tốt hơn là với horn siêu âm. Đặc biệt tốt hơn là, phương pháp phân tán siêu âm với 10-100kHz, tốt hơn là 20-30kHz. Theo phương án khác phương pháp phân tán là siêu âm với công suất đầu vào đặc hiệu trên trọng lượng của huyền phù ít nhất là 10W/kg; tốt hơn là 100W/kg, tốt nhất là 1000W/kg. Theo một phương án khác, nhiệt độ của huyền phù trong quá trình siêu âm là dưới 140°C, tốt hơn là dưới 120°C, tốt nhất là dưới 70°C. Ngạc

nhiên phát hiện được rằng các vật liệu rắn như được xác định trên đây có thể được chuyển hóa thành LC/QD với các đặc tính quang ưu việt (hiệu suất lượng tử cao, FWHM nhỏ) bằng việc sử dụng siêu âm, tạo ra các LC/QD với các đặc tính ưu việt và ở các nhiệt độ phản ứng thấp. Điều này được coi là ưu điểm đáng kể hơn so với các phương pháp đã biết.

**Trộn cắt xén tốc độ cao:** Theo phương án được ưu tiên khác, phương pháp phân tán gồm trộn cắt xén tốc độ cao, ví dụ thu được bằng máy stator / rotor. Đặc biệt tốt hơn là, phương pháp phân tán là trộn cắt xén tốc độ cao với tốc độ cắt xén là 20'000-100'000 1/s, tốt hơn là 50'000-100'000 1/s. Theo một phương án khác, nhiệt độ của huyền phù trong quá trình trộn cắt xén tốc độ cao là dưới 140°C, tốt hơn là dưới 120°C, tốt nhất là dưới 70°C. Điều này được coi là ưu điểm đáng kể hơn so với các phương pháp đã biết.

**Phân tán áp suất cao:** Theo phương án được ưu tiên khác, phương pháp phân tán gồm phân tán áp suất cao còn được gọi là đồng nhất áp suất cao, trong đó sự va chạm, lực cắt xén và khoang chứa có vai trò là các lực điều khiển phân tán. Đặc biệt tốt hơn là, phương pháp phân tán là phân tán áp suất cao với áp suất là 150-400MPa, tốt hơn là 200-400MPa. Theo một phương án khác, nhiệt độ của huyền phù trong quá trình phân tán áp suất cao là dưới 140°C, tốt hơn là dưới 120°C, tốt nhất là dưới 70°C. Điều này được coi là ưu điểm đáng kể hơn so với các phương pháp đã biết.

Nồng độ của vật liệu rắn được tạo ra trong bước (b) có thể thay đổi trên khoảng rộng nhưng đặc trưng là 100 ppm hoặc lớn hơn. Theo phương án khác của phương pháp theo sáng chế, tỷ lệ trọng lượng của vật liệu rắn : vật liệu lỏng (dung môi + chất hoạt động bề mặt + tiền polyme nếu có) + polyme nếu có)) nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,5, tốt hơn là 0,0001-0,3, tốt nhất là 0,0001-0,1.

Nồng độ của chất hoạt động bề mặt được tạo ra trong bước (b) có thể thay đổi trên khoảng rộng, phụ thuộc vào bản chất của nó. Theo phương án khác của phương pháp theo sáng chế, tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề

mặt : vật liệu rắn nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01, tốt hơn là 50-0,015, tốt nhất là 3-0,02.

Bước (c): Theo phương án khác, các LC/QD mới được tổng hợp có thể là đối tượng để sau xử lý, như được chỉ ra dưới đây trong các bước (c-1) (c-2), (c-3), và (c-4).

Theo một phương án của việc sau xử lý này, nguyên tử halogenua X của các LC/QD được tổng hợp có thể được thay thế hoàn toàn hoặc một phần bằng các nguyên tử halogenua khác nhờ trao đổi anion. Trong halogenua kiềm cụ thể, như halogenua CsI, halogenua RbI, halogenua NaI, halogenua KI, halogenua LiI, và halogenua chì, như PbI<sub>2</sub>, và halogenua hữu cơ như FAI có thể được sử dụng cho trao đổi anion (c-1). Điều này cho phép tinh chỉnh đỉnh phát xạ.

Theo phương án khác của việc sau xử lý như vậy, hai hoặc nhiều loại tinh thể phát quang có công thức (I) được trộn. Bằng cách trộn các loại khác nhau của tinh thể phát quang, ví dụ bằng cách kết hợp hai huyền phù chứa các LC như vậy, đỉnh phát xạ của chế phẩm này được điều chỉnh. (c-4)

Theo phương án khác, các chế phẩm theo sáng chế có thể được tinh chế từ chất hoạt động bề mặt dư bằng cách lọc pha loãng các chế phẩm đã tổng hợp. (c-2)

Theo phương án khác, hàm lượng rắn LC/QD của các chế phẩm theo sáng chế có thể được gia tăng bằng lọc pha loãng hoặc làm bay hơi dung môi của các chế phẩm đã tổng hợp. (c-3)

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề cập đến chế phẩm ở dạng huyền phù, còn được gọi là “mực”, và các ứng dụng của nó. Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Theo đó, sáng chế còn đề cập đến chế phẩm ở dạng huyền phù bao gồm (i) các tinh thể phát quang có công thức (I) như được mô tả ở đây; (ii) chất hoạt động bề mặt như được mô tả ở đây nhưng loại trừ octylamoni bromua, axit oleic; và (iii) tùy ý là dung môi như được mô tả ở đây; và (iv) tùy ý là polyme

hoặc tiền polyme như được mô tả ở đây. Các chế phẩm như vậy là mới và có thể thu được nhờ phương pháp theo sáng chế, như được mô tả trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến huyền phù, trong đó hiệu suất lượng tử của nó là  $> 20\%$ , tốt hơn là  $> 50\%$ , tốt nhất là  $> 70\%$ .

Theo phương án khác sáng chế đề cập đến huyền phù, trong đó FWHM của các LC/QD đối với các phát xạ nhìn thấy là  $< 50\text{nm}$ , tốt hơn là,  $< 40\text{nm}$ , tốt nhất là  $< 30\text{nm}$ .

Theo phương án khác sáng chế đề cập đến huyền phù, trong đó FWHM của các LC/QD có đỉnh phát xạ là giữa  $480\text{-}550\text{nm}$  hoặc giữa  $600\text{-}680\text{nm}$  là  $< 50\text{nm}$ , tốt hơn là,  $< 40\text{nm}$ , tốt nhất là  $< 30\text{nm}$ .

Theo phương án khác sáng chế đề cập đến huyền phù, trong đó FWHM của các LC/QD có đỉnh phát xạ là giữa  $480\text{-}550\text{nm}$  là  $< 40\text{nm}$ ,  $< 30\text{nm}$ , tốt nhất là  $< 20\text{nm}$ .

Lượng của các thành phần (i), (ii), (iii) và (iv) trong mực theo sáng chế có thể thay đổi trên khoảng rộng và trong những yếu tố khác, phụ thuộc vào việc sử dụng được chủ định của nó và bản chất của chất hoạt động bề mặt. Điển hình là, lượng của các LC/QD là  $100\text{ppm}$  hoặc hơn.

Theo một phương án, tỷ lệ trọng lượng của các tinh thể phát quang (i): vật liệu lỏng (ii) + (iii) + (iv) nằm trong khoảng từ  $0,0001$  đến  $0,5$ , tốt hơn là  $0,0001\text{-}0,3$ , tốt nhất là  $0,0001\text{-}0,1$ .

Theo một phương án khác, tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt (ii) : các tinh thể phát quang (i) nằm trong khoảng từ  $100$  đến  $0,01$ , tốt hơn là  $50\text{-}0,015$ , tốt nhất là  $3\text{-}0,02$ .

Theo một phương án khác, nồng độ của polyme hoặc tiền polyme nằm trong khoảng từ  $0,1$  đến  $30\%$  trọng lượng, tốt hơn là  $0,5\text{-}20\%$  trọng lượng, tốt nhất là  $1\text{-}10\%$  trọng lượng của tổng chế phẩm.

Như được chỉ ra trên đây, thành phần (i) và (ii) là bắt buộc, trong khi thành phần (iii) và (iv) là tùy ý. Như vậy sáng chế đề cập đến mực gồm (tức là chứa hoặc bao gồm):

- các thành phần (i), (ii) trong đó (ii) lỏng, (iii) no, (iv) no ;
- các thành phần (i), (ii), (iii), (iv) no;
- các thành phần (i), (ii), (iv), (iii) no (mực không chứa dung môi);
- các thành phần (i), (ii), (iii) và (iv)
- các thành phần (i), (ii) lỏng, (iii) no, (iv) no (đặc).

Theo một phương án khác, chế phẩm chứa thành phần (i), (ii), (iii) và (iv), trong đó thành phần (ii) bao gồm các hydrocacbon thơm, tốt hơn là toluen hoặc xycloalkan, tốt hơn là xyclohexan và thành phần (iv) bao gồm các olefin đồng polyme vòng.

Theo một phương án khác, chế phẩm chứa thành phần (i), (ii), (iii) và (iv), trong đó thành phần (ii) bao gồm các alkan mạch thẳng và/ hoặc các hydrocacbon thơm và/ hoặc xycloalkan và thành phần (iv) bao gồm các styren đồng polyme và/ hoặc các styren đồng polyme khối.

Theo phương án được ưu tiên, chế phẩm chứa các tinh thể phát quang có công thức (I) được chọn từ nhóm gồm  $FA_1Pb_1X_3$ . Theo phương án này, chất hoạt động bề mặt (ii) tốt hơn là gồm chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính, và/ hoặc polyme/ tiền polyme (iv) được chọn từ nhóm của các acrylat.

Mực không chứa dung môi: Sáng chế đề cập đến các chế phẩm ở dạng huyền phù như được mô tả ở đây, gồm các thành phần (i), (ii) và (iv), nhưng không chứa, hoặc về cơ bản là không chứa, các dung môi (iii). Theo phương án này, tỷ lệ trọng lượng của LC/QD (i) : vật liệu lỏng (tiền polyme (iv)+ chất hoạt động bề mặt(ii)) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,2, tốt hơn là 0,0001-0,1, tốt nhất là 0,0001-0,01. Các chế phẩm như vậy có thể được gọi là mực không chứa dung môi và đặc biệt thích hợp để cung cấp nó cho nhà sản xuất các linh kiện hoặc các thiết bị như được thảo luận dưới đây.

Các tiền polyme đặc biệt thích hợp cho mực không chứa dung môi bao gồm acrylat, epoxy, uretan, silicon, styren. Lần nữa, thuật ngữ tiền polyme bao gồm các monome và oligome của nó. Tốt hơn là mực không chứa dung môi bao gồm acrylat.

Mực được coi là không chứa dung môi khi bao gồm ít hơn 10% trọng lượng dung môi, tốt hơn là ít hơn 1% trọng lượng dung môi.

Theo phương án khác, mực không chứa dung môi còn bao gồm chất khơi mào polyme hóa, như chất quang khơi mào gốc hoặc chất khơi mào gốc nhạy cảm với nhiệt độ.

Cô đặc: Sáng chế đề cập đến các chế phẩm ở dạng huyền phù như được mô tả ở đây, không chứa hoặc về cơ bản là không chứa, dung môi (iii), không chứa hoặc về cơ bản là không chứa tiền polyme (iv) và trong đó chất hoạt động bề mặt (ii) là chất hoạt động bề mặt lỏng. Theo phương án này, tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt (ii): LC/QD (i) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01, tốt hơn là 50-0,015, tốt nhất là 3-0,02.

Mực như được mô tả ở đây có nhiều ứng dụng, chúng cụ thể là hữu dụng để chuyển ánh sáng xanh lam thành ánh sáng trắng, cụ thể là với việc sử dụng diot phát quang (LED).

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề cập đến chế phẩm polyme rắn và các ứng dụng của nó. Thuật ngữ chế phẩm polyme rắn để chỉ nền polyme vô cơ hoặc hữu cơ chứa LC/QD như được mô tả ở đây. Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến chế phẩm polyme rắn bao gồm (i) các LC/QD như được mô tả ở đây, (ii) các chất hoạt động bề mặt như được mô tả ở đây và (iii) polyme được làm cứng/ hóa cứng, tốt hơn là được chọn từ các polyme hữu cơ.

Theo phương án khác, polyme hữu cơ tốt hơn là được chọn từ danh sách gồm acrylat polyme, carbonat polyme, sulfon polyme, epoxy polyme, vinyl polyme, uretan polyme, imit polyme, este polyme, furan polyme, melamin

polyme, styren polyme và silicon polyme. Theo đó, polyme này tốt hơn là bao gồm các đơn vị lặp lại của các tiền polyme như được mô tả ở đây. Ngoài ra, polyme có thể là mạch thẳng hoặc được liên kết chéo.

Theo phương án khác, polyme hữu cơ tốt hơn là được chọn từ danh sách gồm acrylat polyme, epoxy polyme, uretan polyme, styren polyme, silicon polyme và các olefin đồng polyme vòng. Theo đó, polyme này tốt hơn là bao gồm các đơn vị lặp lại của các tiền polyme như được mô tả ở đây. Ngoài ra polyme có thể là mạch thẳng hoặc được liên kết chéo.

Theo một phương án, polyme hữu cơ bao gồm styren copolyme và/ hoặc styren khối đồng polyme, tốt hơn là khối đồng polyme của styren and isopren và khối đồng polyme của styren, etylen và buten.

Lượng của LC/QD trong chế phẩm polyme rắn theo sáng chế có thể thay đổi trên khoảng rộng, nhưng đặc trưng là 10ppm hoặc lớn hơn. Theo một phương án, tỷ lệ trọng lượng của LC/QD : nền (polyme + chất hoạt động bề mặt) trong chế phẩm polyme rắn này nằm trong khoảng từ 0,00001 đến 0,2, tốt hơn là 0,00005-0,15, tốt nhất là 0,0001-0,1. Theo một phương án, chế phẩm polyme rắn theo sáng chế có mặt ở dạng hạt, các hạt này tốt hơn là bao gồm 1 - 10% trọng lượng của LC/QD được mô tả ở đây. Theo một phương án khác, chế phẩm polyme rắn theo sáng chế có ở dạng màng, màng này tốt hơn là chứa 0,01-0,5% trọng lượng của LC/QD được mô tả ở đây.

Theo một phương án, tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt : LC/QD trong chế phẩm polyme rắn này nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01, tốt hơn là 50-0,015, tốt nhất là 3-0,02.

Theo phương án khác, hiệu suất lượng tử của chế phẩm polyme rắn theo sáng chế là > 20%, tốt hơn là > 50%, tốt nhất là > 70%.

Theo phương án khác, FWHM của chế phẩm polyme rắn theo sáng chế đối với các phát xạ nhìn thấy là <50nm, tốt hơn là, <40nm, tốt nhất là <30nm.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề cập đến linh kiện (còn được gọi là hàng hóa trung gian) bao gồm nền dạng tấm được phủ bằng một hoặc nhiều

lớp, trong đó ít nhất một trong số các lớp này là lớp chức năng, trong đó lớp chức năng này chứa chế phẩm polyme rắn như được mô tả ở đây. Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Theo một phương án có lợi, lớp chức năng chuyển ánh sáng xanh lam thành ánh sáng trắng. Do đó, sáng chế đề cập đến việc sử dụng chế phẩm polyme rắn chuyển ánh sáng xanh lam thành ánh sáng trắng, cụ thể là với việc sử dụng diot phát quang (LED) hoặc trong màn hình tinh thể lỏng.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề cập đến các thiết bị/ vật dụng mới chứa chế phẩm polyme rắn như được mô tả ở đây. Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến thiết bị, được chọn từ nhóm gồm các thiết bị điện tử và các thiết bị quang, trong đó thiết bị này gồm nền và lớp chức năng như được mô tả ở đây (khía cạnh thứ tư của sáng chế). Thiết bị như vậy có thể được chọn từ nhóm bao gồm màn hình, thiết bị di động, thiết bị phát quang, và pin mặt trời, cụ thể là trong đó thiết bị này là màn hình tinh thể lỏng (LCD) hoặc LED chấm lượng tử (QLED).

Theo một phương án, sáng chế đề cập đến vật dụng bao gồm nền và lớp phủ, cụ thể là lớp phủ trang trí, lớp phủ này bao gồm các LC/QD có công thức (I) như được mô tả ở đây và chất hoạt động bề mặt như được mô tả ở đây.

Theo khía cạnh thứ sáu, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các chế phẩm polyme như được mô tả ở đây. Phương pháp này bao gồm các bước đã được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật, nhưng bằng việc sử dụng mực như được mô tả ở đây (khía cạnh thứ 2) làm một vật liệu ban đầu, hoặc làm vật liệu ban đầu duy nhất.

Theo khía cạnh thứ bảy, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các linh kiện/ hàng hóa trung gian như được mô tả ở đây. Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Các linh kiện/ hàng hóa trung gian theo sáng chế có thể thu được nhờ các quá trình dung dịch. Điều này được coi là ưu điểm đáng kể, do nó cho phép

sản xuất tất cả các lớp bằng các công nghệ đơn giản có thể áp dụng với các diện tích lớn và xử lý liên tục. Theo đó, sáng chế còn đề cập đến các phương pháp sản xuất linh kiện như được mô tả ở đây, phương pháp này bao gồm bước (e) tạo ra nền và (f) làm lắng đọng chế phẩm polyme rắn như được mô tả ở đây trên nền này, tốt hơn là nhờ việc phủ hoặc in mực như được mô tả ở đây theo sau đó là sấy và/ hoặc hóa rắn.

Theo khía cạnh thứ tám, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất các thiết bị điện tử như được mô tả ở đây. Khía cạnh này của sáng chế sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây.

Việc sản xuất các thiết bị bắt đầu từ các linh kiện nêu trên được biết đến về bản chất, như chưa được ứng dụng với các linh kiện cụ thể theo sáng chế.

#### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Để minh họa rõ hơn sáng chế, các ví dụ sau được trình bày. Các ví dụ này không chủ đích để giới hạn phạm vi của sáng chế. Nếu điều ngược lại không được đề cập, tất cả các hóa chất được mua từ Aldrich.

Ví dụ 1: Tổng hợp từ vật liệu rắn thu được bằng phương pháp kết tủa (vật liệu rắn từ dung dịch)

Bước (a): Formamidin chì tribromua ( $\text{FAPbBr}_3$ ) được tổng hợp nhờ hòa tan  $\text{PbBr}_2$  và  $\text{FABr}$  trong hỗn hợp N,N-dimetylformamidin (DMF, >99,8%, puriss., Sigma Aldrich): Gamma-butyrolacton (GBL, >99% Sigma Aldrich) ở tỷ lệ thể tích 1:1. Cụ thể là, 4mmol  $\text{PbBr}_2$  (1,468g, 98+% Alfa Aesar) và 4mmol  $\text{FABr}$  (0,500g, Dyesol) được hòa tan trong 4ml DMF/GBL ở 25°C với khuấy mạnh. Các tinh thể  $\text{FAPbBr}_3$  màu cam có kích cỡ trong khoảng xung quang 1-5mm được tăng trưởng nhờ làm nóng dung dịch đến 80°C trong 24 giờ. Các tinh thể này còn được lọc và sấy trong chân không trong 24 giờ nữa ở nhiệt độ phòng. Pha tinh thể (khối) và chế phẩm được xác nhận bằng XRD (Fig.2, quang phổ phía trên). Vật liệu này không cho thấy sự phát quang.

Bước (b): Các tinh thể  $\text{FAPbBr}_3$  đã sấy được nghiền bằng chày và cối thành bột và được thêm vào Oleylamin (80-90%, Acros) ( $\text{FAPbBr}_3$ :Oleylamin

= 2:1) và Toluene (>99,7%, Fluka). Nồng độ cuối của  $\text{FAPbBr}_3$  là 1% trọng lượng. Sau đó, hỗn hợp này được phân tán bằng nghiền viên sử dụng các hạt ziconi oxit được làm bền bằng Ytri với cỡ 50micron ở các điều kiện môi trường xung quanh trong khoảng thời gian 1 giờ thu được mực phát quang màu xanh lục.

Phân tích: Các đặc tính quang thu được của mực được đo trong ống cuvet thạch anh 10mm (3 $\mu$ l mực được pha loãng trong 3ml toluen) bằng máy đo quang phân tích quang phổ huỳnh quang được trang bị với gương cầu tích hợp (hệ thống đo hiệu suất lượng tử Quantaurus Absolute PL C1134711, Hamamatsu). Hiệu suất lượng tử quang phát quang của mực nêu trên là 83% với đỉnh phát xạ định tâm ở 511nm. FWHM của sự phát xạ được xác định là 29nm.

Phân tích TEM của mực này (Fig. 3) đã cho thấy sự có mặt của các hạt hình khối với sự phân bố kích cỡ rất hẹp.

Kết luận: Ví dụ này biểu thị hiệu quả của phương pháp theo sáng chế.

Ví dụ 2: Tổng hợp từ vật liệu rắn thu được qua phương pháp nghiền khô

Bước (a): Formamidin chì tribromua ( $\text{FAPbBr}_3$ ) được tổng hợp nhờ nghiền  $\text{PbBr}_2$  và  $\text{FABr}$ . Cụ thể là, 16mmol  $\text{PbBr}_2$  (5,87g, 98% ABCR) và 16mmol  $\text{FABr}$  (2,00g, Dyesol) được nghiền viên bằng các hạt ziconi oxit được làm bền bằng Ytri (đường kính 5mm) trong 6 giờ để thu được  $\text{FAPbBr}_3$  khối tinh khiết, được xác nhận bằng XRD (Fig.2, quang phổ phía dưới). Vật liệu này không cho thấy sự phát quang. Sự phân bố kích cỡ hạt theo thủy động lực học (cân thể tích) thu được nhờ phương pháp lắng ly tâm (LUMiSizer, LUM GmbH) mà trộn 12mg bột với 10ml S20 Viscosity Oil Standard (psl rheotek) và sử dụng cuvet polyamit 2mm. Cỡ hạt trung bình (D50) là 7micron và khoảng cỡ (D10-D90) là 1-12micron đã thu được.

Bước (b): Bột  $\text{FAPbBr}_3$  màu cam được thêm vào Axit oleic (90%, Sigma Aldrich), Oleylamin (80-90, Acros) ( $\text{FAPbBr}_3$ :Axit oleic:Oleylamin = 2:1:1) và Xyclohexan(>99,5%, puriss, Sigma Aldrich). Nồng độ cuối của

FAPbBr<sub>3</sub> là 1% trọng lượng. Sau đó, hỗn hợp này được phân tán bằng nghiền viên sử dụng các hạt ziconi oxit được làm bền bằng Ytri với cỡ 200micron ở các điều kiện môi trường xung quanh trong khoảng thời gian 1 giờ thu được mực phát quang màu xanh lục.

Phân tích: các đặc tính phát quang của mực được ghi lại như được trình bày trong ví dụ 1. Hiệu suất lượng tử quang phát quang (PLQY) của mực nêu trên là 97% với đỉnh phát xạ định tâm ở 522nm (= vị trí đỉnh, PP). FWHM của sự phát xạ được xác định là 42nm. FWHM của sự phát xạ được xác định là 42nm.

Sự hình thành màng: mực phát xạ ánh sáng xanh lục sau đó được trộn với dung dịch olefin đồng polyme vòng (COC, các polyme cấp cao TOPAS) 10% trong toluen, được phủ trên nền thủy tinh và sấy ở 60°C trong 15 phút. Sau khi sấy, các đặc tính quang của màng được đo bằng máy phân tích quang phổ huỳnh quang được trang bị gương cầu tích hợp gương cầu tích hợp (Hệ thống đo hiệu suất lượng tử Quantaurus Absolute PL C1134711, Hamamatsu).

Phân tích: Hiệu suất lượng tử quang phát quang của màng là 90% với đỉnh phát xạ định tâm ở 528nm. FWHM được xác định là 30nm. Màng thu được là đối tượng cho thử nghiệm phân hủy trong 2 giờ với nhiệt độ gia tăng trong lò sấy (80°C, độ ẩm môi trường xung quanh). Hiệu suất lượng tử quang phát quang của màng sau phân hủy là 79% với đỉnh phát xạ định tâm ở 527nm. FWHM được xác định là 30nm.

Kết luận: Ví dụ này biểu thị hiệu quả của phương pháp theo sáng chế với vật liệu rắn có nguồn gốc từ quá trình nghiền khô và sự chuẩn bị và độ bền phân hủy của chế phẩm polyme rắn như được mô tả trong sáng chế.

Các ví dụ từ 3-8: Tổng hợp sử dụng các chất hoạt động bề mặt, các dung môi khác

Bước (a): Formamidin chì tribromua (FAPbBr<sub>3</sub>) được tổng hợp như được mô tả trong ví dụ 2.

Bước (b): Các thí nghiệm khác sau đây được thực hiện nhờ nghiên viên sử dụng các tham số quy trình tương tự (tỷ lệ LC/QD: chất hoạt động bề mặt tổng số = 2:1, cỡ hạt nghiền = 200 micron, thời gian nghiền = 60 phút, nồng độ LC/QD trong mực = 1%, được lọc bằng dụng cụ lọc ống tiêm PTFE 0,45um để tìm đặc trưng quang, xác định đặc trưng quang học là giống như trong ví dụ 1):

Kết luận: Các ví dụ này biểu thị hiệu quả của phương pháp theo sáng chế sử dụng các nhóm chất hoạt động bề mặt và các dung môi khác nhau.

| Ví dụ # | Vật liệu rắn        | Chất hoạt động bề mặt                                              | Dung môi   | Đỉnh phát xạ / FWHM / QY          |
|---------|---------------------|--------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------|
| 3       | FAPbBr <sub>3</sub> | (N,N-dimethyl-octadexylammonio)propan sulfonat                     | xyclohexan | vàng-xanh lục, 534nm / 23nm / 91% |
| 4       | FAPbBr <sub>3</sub> | Axit N-oleoyl-gamma-aminobutyric                                   | xyclohexan | Xanh lục, NA / NA / NA            |
| 5       | FAPbBr <sub>3</sub> | Oleylamoni bromua                                                  | toluen     | Xanh lục, 518nm / 26nm / 76%      |
| 6       | FAPbBr <sub>3</sub> | N-dodexyl-N,N-(dimethylammonio)butyrat (carboxylat ion lưỡng tính) | toluen     | Xanh lục / NA / NA / NA           |
| 7       | FAPbBr <sub>3</sub> | N-dodexyl-N,N-(dimethylammonio)butyrat : Oleylamin = 1:2           | toluen     | Xanh lục / 532nm / 21nm / 86%     |
| 8       | FAPbBr <sub>3</sub> | Hexadexyl phosphocholin (phosphonat ion lưỡng tính)                | Toluen     | Xanh lục / 537nm / 26nm / 40%     |

Ví dụ 9: Tổng hợp từ vật liệu rắn bao gồm hỗn hợp của hai tiền chất khác nhau

Bước (a): Bột FAPbBr<sub>3</sub> (Dyesol) và PbBr<sub>2</sub> (98%, ABCR) thương mại được trộn theo tỷ lệ mol bằng nhau dẫn đến chế phẩm tỷ lệ cuối của FAPbBr<sub>3</sub>.

Bước (b): Hỗn hợp muối này được thêm vào Oleylamin (80-90%, Acros) và Axit oleic (90%, Sigma Aldrich) (FAPbBr<sub>3</sub>:Oleylamin:Axit oleic = 2:1:1) và Xyclohexan (>99,5 %, puriss, Sigma Aldrich). Nồng độ cuối của FAPbBr<sub>3</sub> là 1% trọng lượng. Sau đó, hỗn hợp này được phân tán bằng nghiền viên bằng việc sử dụng các hạt ziconi oxit được làm bền bằng Ytri với cỡ 200micron ở các điều kiện môi trường xung quanh trong khoảng thời gian 60 phút thu được mực phát quang màu xanh lục.

Phân tích: các đặc tính phát quang của mực được ghi lại như được trình bày trong ví dụ 1. Hiệu suất lượng tử quang phát quang của mực nêu trên là 48% với đỉnh phát xạ định tâm ở 503nm. FWHM của sự phát xạ được xác định là 37nm.

Kết luận: Ví dụ này biểu thị hiệu quả của phương pháp theo sáng chế sử dụng sự hình thành tại chỗ như được mô tả trong sáng chế.

Ví dụ 10: so sánh độ bền nhiệt của LC hữu cơ, LC vô cơ và LC vô cơ-hữu cơ

Tổng hợp: Các chế phẩm sau của vật liệu thu được bằng phương pháp nghiền khô giống như được mô tả trong ví dụ 2:  $\text{CsPbBr}_3$ ,  $\text{Cs}_{0,85}\text{FA}_{0,15}\text{PbBr}_3$ ,  $\text{Cs}_{0,5}\text{FA}_{0,5}\text{PbBr}_3$ ,  $\text{Cs}_{0,15}\text{FA}_{0,85}\text{PbBr}_3$ . Mực và màng phát quang được tạo ra tương tự với quy trình được mô tả trong ví dụ 2.

Phân tích: XRD chỉ ra rằng không có đỉnh của vật liệu rắn được thể hiện (nguyên liệu ban đầu được nghiền khô)  $\text{CsBr}$ ,  $\text{FABr}$  hay  $\text{PbBr}_2$  làm vững thêm sự hình thành pha đơn của các cation được trộn trong mạng tinh thể

Phương pháp lắng ly tâm (LUMiSizer, LUM GmbH) đã biểu thị sự phân bố kích cỡ hạt theo thủy động lực học tương tự đối với tất cả các vật liệu với D10 nằm giữa 0,8-2micron, D50 nằm giữa 1-12micron, và D90 nằm giữa 4-35micron

Các ảnh TEM của mực từ  $\text{FAPbBr}_3$  (Fig.4),  $\text{Cs}_{0,85}\text{FA}_{0,15}\text{PbBr}_3$  (Fig.5) và  $\text{Cs}_{0,5}\text{FA}_{0,5}\text{PbBr}_3$  (Fig.6) biểu thị các LC có kích cỡ nằm trong khoảng 5-50nm.

Bảng 2 biểu thị các đặc tính quang học của mực và màng như lúc ban đầu đã thu được. Bảng 3 biểu thị các đặc tính của màng sau khi phân hủy trong 2 giờ ở 80°C và độ ẩm môi trường xung quanh (tức là độ ẩm tương đối xấp xỉ 5%) cũng như sau khi phân hủy trong 2 giờ ở 60°C, độ ẩm tương đối 90%

Bảng 2:

| Chế phẩm          | Các đặc tính của mực |         |           | Các đặc tính của màng |         |           |
|-------------------|----------------------|---------|-----------|-----------------------|---------|-----------|
|                   | PLQY (%)             | PP (nm) | FWHM (nm) | PLQY (%)              | PP (nm) | FWHM (nm) |
| $\text{CsPbBr}_3$ | 42*                  | 507*    | 40*       | 90                    | 514     | 23        |

|                                                 |     |      |     |    |     |    |
|-------------------------------------------------|-----|------|-----|----|-----|----|
| $\text{Cs}_{0,99}\text{FA}_{0,01}\text{PbBr}_3$ | 42* | 507* | 46* | 86 | 515 | 23 |
| $\text{Cs}_{0,95}\text{FA}_{0,05}\text{PbBr}_3$ | 38* | 506* | 48* | 80 | 514 | 25 |
| $\text{Cs}_{0,85}\text{FA}_{0,15}\text{PbBr}_3$ | 54* | 504* | 38* | 74 | 513 | 25 |
| $\text{Cs}_{0,5}\text{FA}_{0,5}\text{PbBr}_3$   | 58* | 496* | 50* | 74 | 510 | 27 |
| $\text{Cs}_{0,15}\text{FA}_{0,85}\text{PbBr}_3$ | 88* | 512* | 38* | 85 | 522 | 26 |
| $\text{FAPbBr}_3$                               | 97* | 522* | 42* | 92 | 530 | 31 |

\* kết quả phép đo có thể bị lệch do các tác động hòa tan của mực

Bảng 3:

| Chế phẩm                                        | Các đặc tính của màng<br>được phân hủy trong<br>2 giờ ở 80°C |            |              | Các đặc tính của màng<br>được phân hủy trong<br>2 giờ ở 60°C/90% RH |            |              |
|-------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------|--------------|---------------------------------------------------------------------|------------|--------------|
|                                                 | PLQY<br>(%)                                                  | PP<br>(nm) | FWHM<br>(nm) | PLQY<br>(%)                                                         | PP<br>(nm) | FWHM<br>(nm) |
| $\text{CsPbBr}_3$                               | 68                                                           | 515        | 24           | 60                                                                  | 515        | 22           |
| $\text{Cs}_{0,99}\text{FA}_{0,01}\text{PbBr}_3$ | 66                                                           | 516        | 23           | 80                                                                  | 517        | 21           |
| $\text{Cs}_{0,95}\text{FA}_{0,05}\text{PbBr}_3$ | 58                                                           | 515        | 25           | 68                                                                  | 517        | 22           |
| $\text{Cs}_{0,85}\text{FA}_{0,15}\text{PbBr}_3$ | 37                                                           | 514        | 25           | 53                                                                  | 519        | 22           |
| $\text{Cs}_{0,5}\text{FA}_{0,5}\text{PbBr}_3$   | 29                                                           | 512        | 25           | 66                                                                  | 512        | 26           |
| $\text{Cs}_{0,15}\text{FA}_{0,85}\text{PbBr}_3$ | 60                                                           | 521        | 26           | 58                                                                  | 519        | 26           |
| $\text{FAPbBr}_3$                               | 76                                                           | 530        | 30           | 86                                                                  | 525        | 28           |

Kết luận: Dữ liệu này biểu thị rõ ràng PLQY cao đối với cả mực và màng. Đối với màng, PLQY cao này được duy trì thậm chí sau khi kiểm tra chống áp lực trong các điều kiện bất lợi.

Ví dụ 11: Tổng hợp LC phát xạ ánh sáng đỏ từ vật liệu rắn thu được qua phương pháp nghiền khô

Bước (a): formamidin iodua (>99%, Dyesol) và  $\text{PbI}_2$  (98.5%, Alfa Aesar) thương mại được trộn theo tỷ lệ mol bằng nhau dẫn đến chế phẩm tỷ lượng cuối của  $\text{FAPbI}_3$ . Hỗn hợp bột được nghiền khô sử dụng các hạt ziconi

oxit được làm bền bằng Ytri với cỡ 5 milimet ở các điều kiện môi trường xung quanh trong khoảng thời gian 400 phút, và sau đó được sấy ở 80°C.

Bước (b): Hỗn hợp muối này được thêm vào Oleylamin (80-90%, Acros) và Axit oleic (90%, Sigma Aldrich) ( $\text{CsPbBr}_3$ :Oleylamin:Axit oleic = 2:1:1) trong xyclohexan (>99%, Sigma Aldrich). Nồng độ cuối của  $\text{FAPbI}_3$  là 1% trọng lượng. Sau đó, hỗn hợp này được phân tán bằng nghiền viên sử dụng các hạt ziconi oxit được làm bền bằng Ytri với cỡ 200micron ở các điều kiện môi trường xung quanh trong khoảng thời gian 60 phút thu được mực phát quang màu đỏ. Mẫu màng được tạo ra tương tự với quy trình trong ví dụ 2

Phân tích: Hiệu suất lượng tử quang phát quang của màng polyme nêu trên là 71% với đỉnh phát xạ định tâm ở 758nm. FWHM của sự phát xạ được xác định là 89nm.

Kết luận: Kết quả này biểu thị rõ ràng rằng LC phát xạ ánh sáng đỏ chứa  $\text{FAPbI}_3$  có thể thu được với phương pháp theo sáng chế.

Ví dụ 12: Tổng hợp các LC phát xạ ánh sáng màu xanh lục và chuyển thành huyền phù chứa tiền polyme/ polyme và chế phẩm polyme rắn của nó.

Bước (a):  $\text{FAPbBr}_3$  thu được như được mô tả trong ví dụ 2.

Bước (b): Bột  $\text{FAPbBr}_3$  màu cam được thêm vào (Lauryldimetylamonio)axetat (>95%, Sigma Aldrich), Oleylamin (80-90%, Acros) ( $\text{FAPbBr}_3$ : (Lauryldimetyl-amonio)axetat:Oleylamin = 1:0,1:0,3) và toluen(>99,7%, Fluka). Nồng độ cuối của  $\text{FAPbBr}_3$  là 1% trọng lượng. Sau đó, hỗn hợp này được phân tán bằng nghiền viên sử dụng các hạt ziconi oxit được làm bền bằng Ytri với cỡ 200micron ở các điều kiện môi trường xung quanh trong khoảng thời gian 1 giờ thu được mực phát quang màu xanh lục.

Phân tích: các đặc tính phát quang của mực được ghi lại như được trình bày trong ví dụ 1. Hiệu suất lượng tử quang phát quang (PLQY) của mực nêu trên là 88% với đỉnh phát xạ định tâm ở 528nm (= vị trí đỉnh, PP). FWHM của sự phát xạ được xác định là 42nm. FWHM của sự phát xạ được xác định là 24nm.

Sự hình thành màng: Sau đó, mực phát xạ ánh sáng màu xanh lục được trộn với các polyme/ tiền polyme khác nhau. Đối với các acrylat 1% trọng lượng Irgacure 184 làm chất khơi mào được trộn với acrylat. Toluene từ hỗn hợp acrylat/mực này được làm bay hơi ở nhiệt độ phòng nhờ áp suất chân không (10-2 mbar) và hỗn hợp này được phủ giữa hai nền thủy tinh với độ dày 100  $\mu$ m và được hóa rắn với UV (Hoenle UVAcube 100, đèn Hg với dụng cụ lọc thạch anh, 1 phút). Đối với olefin đồng polyme vòng, polycarbonat (Makrolon OD2015) và polystyren ( $M_w=35'000$ , Sigma Aldrich), các màng đã được thu được tương tự với ví dụ 2.

Phân tích: Bảng 4 biểu thị các đặc tính quang học của màng được đo bằng thiết bị phân tích quang phổ huỳnh quang được trang bị gương cầu tích hợp (Hệ thống đo hiệu suất lượng tử Quantaaurus Absolute PL C1134711, Hamamatsu).

Bảng 4:

| Ví dụ# | Polyme                  | Các đặc tính của màng ban đầu |         |           |
|--------|-------------------------|-------------------------------|---------|-----------|
|        |                         | PLQY (%)                      | PP (nm) | FWHM (nm) |
| 6:     | Acrylat*                | 79                            | 531     | 27        |
| 7:     | Olefin đồng polyme vòng | 83                            | 531     | 24        |
| 8:     | polycarbonat**          | 86                            | 525     | 27        |
| 9:     | Polystyren              | 84                            | 531     | 26        |

Makrolon OD2015

Kết luận: Ví dụ này biểu thị hiệu quả của phương pháp theo sáng chế khi tạo ra huyền phù và chế phẩm polyme rắn sử dụng các polyme khác nhau

Ví dụ 13: Tổng hợp thể huyền phù bằng siêu âm

Bước (a):  $FAPbBr_3$  thu được như được mô tả trong ví dụ 2.

Bước (b): Bột  $FAPbBr_3$  màu cam được thêm vào (Lauryl-dimethylamonio)axetat (>95%, Sigma Aldrich), Oleylamin (80-90%, Acros) ( $FAPbBr_3$ : (N,N-dimetyl-octadexylamonio) propan sulfonat:Oleylamin = 3:0,1:0,2) và toluen (>99,7%, Fluka). Sau đó, 10g của, hỗn hợp này được phân

tán bằng siêu âm sử dụng máy tạo sóng siêu âm 50W ở độ lớn 50% và sừng siêu âm với đường kính 5mm (Dr. Hilscher, UP50H). Thời gian của quá trình là 30 phút và nhiệt độ được ghi lại là 72°C. Quy trình này đã tạo ra mực phát quang màu xanh lục.

Phân tích: các đặc tính phát quang của mực được ghi lại như được trình bày trong ví dụ 1. Hiệu suất lượng tử quang phát quang (PLQY) của mực nêu trên là 53% với đỉnh phát xạ định tâm ở 528nm (= vị trí đỉnh, PP). FWHM của sự phát xạ được xác định là 30nm.

### Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp sản xuất các tinh thể phát quang có kích cỡ 3-500nm, các tinh thể phát quang đã nêu được chọn từ các hợp chất có công thức (I)



$A^1$  là một hoặc nhiều cation hữu cơ được chọn từ nhóm bao gồm amoni, formamidin, guanidin, imidazol, pyridin, pyrrolidin, thioure được proton hóa,

$M^1$  là một hoặc nhiều kim loại kiềm được chọn từ Cs, Rb, K, Na, Li,

$M^2$  là một hoặc nhiều kim loại được chọn từ nhóm bao gồm Ge, Sn, Pb, Sb, và Bi,

X là một hoặc nhiều anion được chọn từ nhóm bao gồm clorua, bromua, iodua, xyanua, thioxyanat, isothioxyanat và sulfua,

a là 1-4,

b là 1-2,

c là 3-9;

phương pháp này bao gồm các bước:

(a) tạo ra vật liệu rắn, vật liệu rắn đã nêu (i) có thành phần tỷ lệ lượng gồm a có lượng mol là  $(A^1+M^1)$ , b có lượng mol là  $M^2$  và c có lượng mol là X và (ii) có kích cỡ hạt trung bình ít nhất là 100nm và sự phân bố đa phân tán cỡ, điển hình là 50nm -100 $\mu$ m;

(b) phân tán vật liệu đã nêu khi có mặt chất lỏng,

trong đó chất lỏng này được chọn từ (i) chất hoạt động bề mặt lỏng, (ii) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt và dung môi, (iii) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt, dung môi và tiền polyme hoặc polyme và (iv) tổ hợp của chất hoạt động bề mặt và tiền polyme lỏng; và

trong đó sự phân tán đã nêu được thực hiện nhờ các máy nghiền bi khuấy trộn, bằng siêu âm, bởi khuấy trộn tốc độ cao hoặc bởi phân tán cao áp.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự phân tán theo bước (b) được thực hiện nhờ các máy nghiền bi khuấy trộn.
3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó sự phân tán theo bước (b)
  - được thực hiện nhờ các máy nghiền bi khuấy trộn với cỡ viên là nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 $\mu$ m; và/ hoặc
  - được thực hiện với một công suất đầu vào đặc hiệu trên trọng lượng của huyền phù ít nhất là 10W/kg; và/ hoặc
  - được thực hiện ở nhiệt độ dưới 120°C.
4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó các tinh thể phát quang được chọn từ nhóm gồm FA<sub>1</sub>Pb<sub>1</sub>X<sub>3</sub>; trong đó FA là formamidin và X như được xác định theo điểm 1.
5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên,
 

trong đó các dung môi đã nêu được chọn từ nhóm gồm các hydrocacbon béo (bao gồm các hydrocacbon mạch thẳng, phân nhánh và vòng), các hydrocacbon thơm, các ete (bao gồm các glycol-ete), các este, rượu, xeton; và/ hoặc

trong đó các chất hoạt động bề mặt đã nêu được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt không ion, chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt cation và chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính; và/ hoặc

trong đó các tiền polyme đã nêu được chọn từ nhóm gồm acrylat, carbonat, sulfon, epoxy, vinyl, uretan, imit, este, furan, melamin, styren, và silicon, cụ thể là acrylat, uretan, styren, và silicon; và/ hoặc

trong đó các polyme đã nêu được chọn từ nhóm gồm acrylat polyme, carbonat polyme, sulfon polyme, epoxy polyme, vinyl polyme, uretan

polyme, imit polyme, este polyme, furan polyme, melamin polyme, styren polyme, và silicon polyme và các olefin đồng polyme vòng.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên trong đó trong bước (a) đã nêu, vật liệu rắn:

- thu được nhờ quy trình tổng hợp khô; hoặc
- thu được nhờ quy trình tổng hợp ướt; hoặc
- được tạo ra tại chỗ bằng phản ứng tỷ lượng của hai hoặc nhiều tiền chất mà phù hợp với thành phần tỷ lượng thực của công thức (I).

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó:

- quy trình tổng hợp khô đã nêu là quy trình nghiền khô;
- quy trình tổng hợp ướt đã nêu là quy trình tạo kết tủa từ dung môi hoặc pha chứa nước;
- sự tạo ra tại chỗ nêu trên diễn ra nhờ bi nghiền các vật liệu ban đầu khi có mặt của chất hoạt động bề mặt và tùy ý là dung môi và/ hoặc tiền polyme lỏng và/ hoặc polyme rắn hòa tan.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó:

- tỷ lệ trọng lượng của vật liệu rắn : vật liệu lỏng (dung môi + chất hoạt động bề mặt + tiền polyme + polyme) nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,5; và/ hoặc
- tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt : vật liệu rắn nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm trên, trong đó phương pháp này còn bao gồm:

bước thay thế một hoặc nhiều nguyên tử X của các tinh thể phát quang được tổng hợp (I) bằng nguyên tử X khác bằng trao đổi anion; và/ hoặc bước kết hợp hai hoặc nhiều loại tinh thể phát quang có công thức (I).

10. Chế phẩm ở dạng huyền phù, bao gồm:

- (i) các tinh thể phát quang có kích cỡ 3-500nm có công thức (I) như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 hoặc điểm 3; và
- (ii) chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm gồm chất hoạt động bề mặt không ion, chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt cation và chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính, nhưng loại trừ octylamoni bromua và axit oleic; và
- (iii) tùy ý là dung môi, dung môi đã nêu tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm các hydrocacbon béo (bao gồm các hydrocacbon mạch thẳng, phân nhánh và vòng), các hydrocacbon thơm, các ete (bao gồm các glycol-ete), các este, rượu, xeton;
- (iv) tùy ý là polyme và/ hoặc tiền polyme, polyme hoặc tiền polyme đã nêu tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm acrylat, epoxy, uretan, styren, silicon và các olefin đồng polyme vòng.

11. Chế phẩm theo điểm 10, trong đó

- tỷ lệ trọng lượng của các tinh thể phát quang (i) : vật liệu lỏng (ii)+(iii)+(iv) nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,5; và/ hoặc
- tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt (ii): các tinh thể phát quang (i) nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01, tốt hơn là nằm trong khoảng 3 – 0,02; và/ hoặc
- trong đó nồng độ polyme hoặc tiền polyme nằm trong khoảng từ 0,1 đến 30% trọng lượng, của tổng chế phẩm.

12. Chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm 10 đến 11, trong đó chất hoạt động bề mặt:

- được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt không ion, chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt cation và chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính; và

- gồm các nhóm không phân cực ở một đầu được chọn từ nhóm gồm các mạch alkyl hoặc mạch alkyl-ete có 4-30 nguyên tử cacbon.
13. Chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 12,
- mà không chứa, hoặc về cơ bản là không chứa, các dung môi (iii) và
  - trong đó tỷ lệ trọng lượng của LC/QD (i) : vật liệu lỏng (tiền polyme (iv)+ chất hoạt động bề mặt (ii)) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,0001 đến 0,2.
14. Chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm 10 đến 13,
- trong đó chất hoạt động bề mặt (ii) là chất hoạt động bề mặt lỏng và không chứa, các dung môi (iii) và tiền polyme (iv) và
  - trong đó tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt (ii) : LC/QD (i) nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01.
15. Chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 14, trong đó
- các tinh thể phát quang (i) được chọn từ nhóm gồm  $FA_1Pb_1X_3$ ; trong đó FA là formamidin và X như được xác định theo điểm 1;
  - chất hoạt động bề mặt (ii) được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính; và
  - polyme (iv) được chọn từ nhóm gồm các acrylat.
16. Chế phẩm polyme rắn, bao gồm:
- (i) các tinh thể phát quang có kích cỡ 3-500nm có công thức (I) như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 hoặc điểm 3, và
  - (ii) chất hoạt động bề mặt được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt không ion, chất hoạt động bề mặt anion, chất hoạt động bề mặt cation và chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính;

(iii) polyme được hóa rắn/ được làm cứng, polyme đã nêu tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm acrylat polyme, epoxy polyme, uretan polyme, styren polyme, silicon polyme và các olefin đồng polyme vòng.

17. Chế phẩm polyme rắn theo điểm 16, trong đó

- tỷ lệ trọng lượng của LC/QD : nền (polyme + chất hoạt động bề mặt) nằm trong khoảng từ 0,00001 đến 0,2; và/ hoặc
- tỷ lệ trọng lượng của chất hoạt động bề mặt : LC/QD nằm trong khoảng từ 100 đến 0,01.

18. Chế phẩm polyme rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 17, trong đó

- các tinh thể phát quang (i) được chọn từ nhóm gồm  $FA_1Pb_1X_3$ ; trong đó FA là formamidin và X như được xác định theo điểm 1;
- chất hoạt động bề mặt (ii) được chọn từ nhóm gồm các chất hoạt động bề mặt ion lưỡng tính; và
- polyme (iv) được chọn từ nhóm gồm các acrylat.

19. Linh kiện, gồm nền dạng tấm được phủ bằng một hoặc nhiều lớp, trong đó, ít nhất một trong số các lớp này là lớp chức năng, trong đó lớp chức năng này gồm chế phẩm polyme rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 16 đến 18.

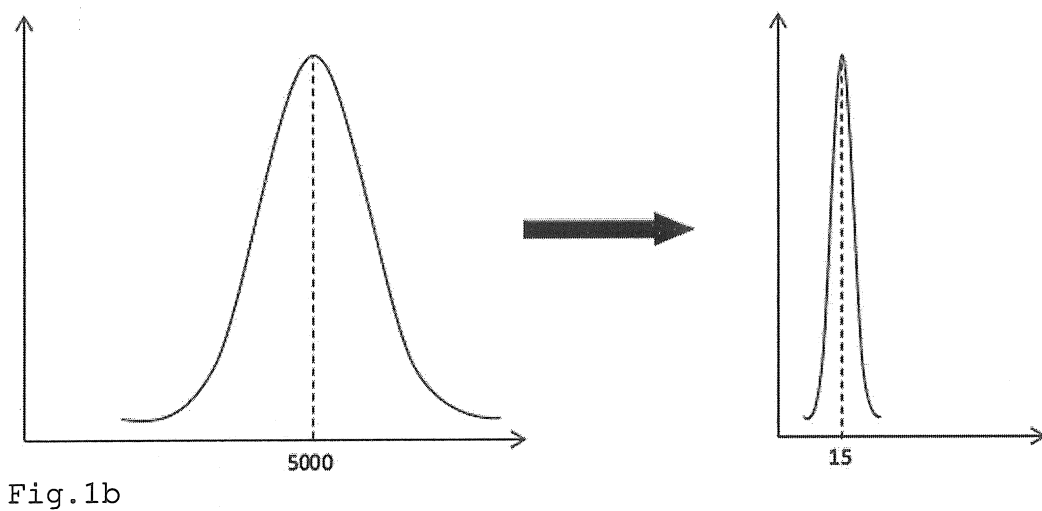
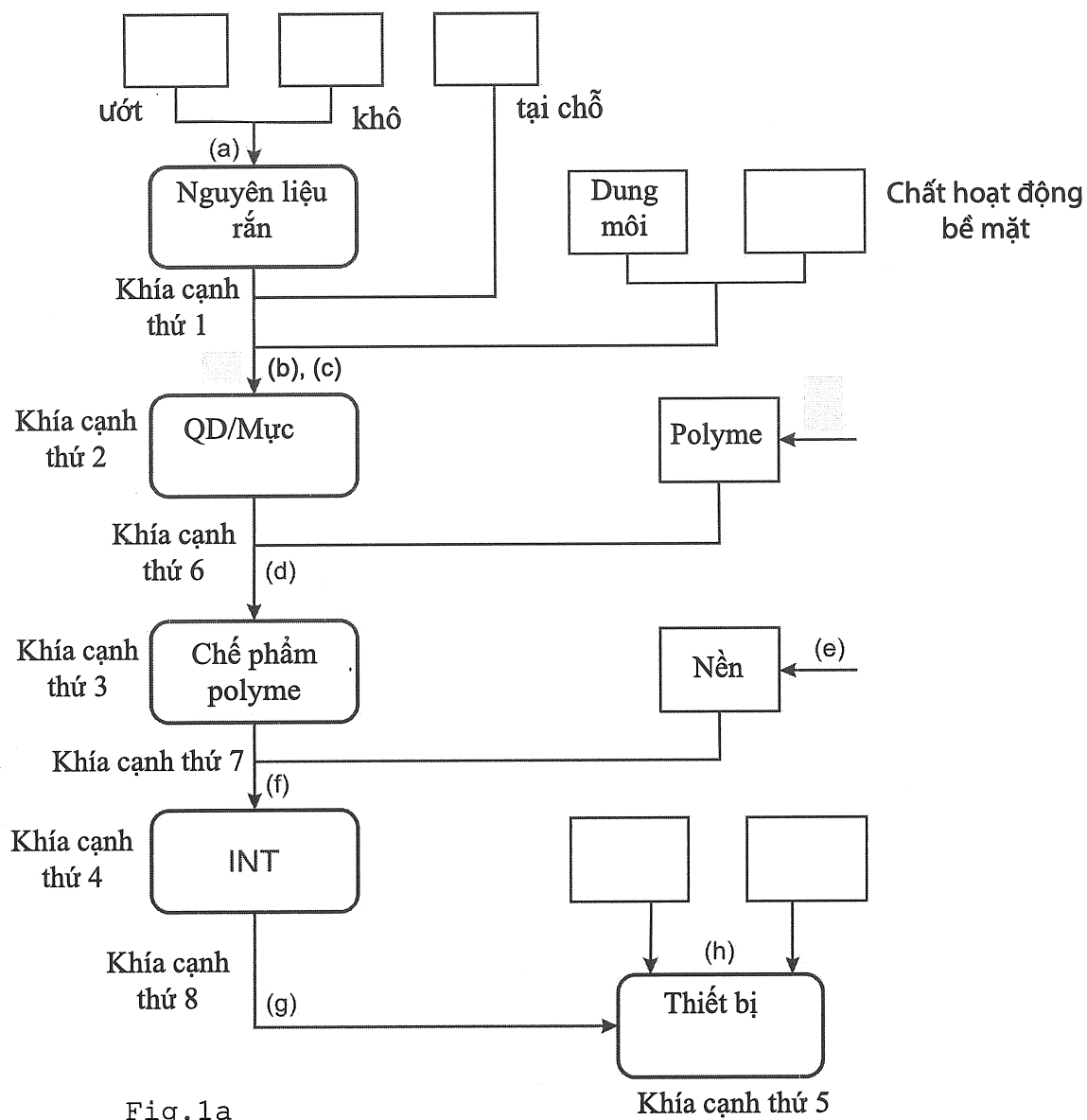
20. Linh kiện theo điểm 19, trong đó linh kiện được sản xuất bằng cách sử dụng chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 15.

21. Thiết bị, được chọn từ nhóm bao gồm các thiết bị điện tử và các thiết bị quang, tốt hơn là được chọn từ nhóm bao gồm màn hình (ví dụ LCD), thiết bị di động, thiết bị phát quang (ví dụ QLED), và pin mặt trời, trong đó

thiết bị đã nêu gồm nền và lớp chức năng; và

lớp chức năng đã nêu gồm chế phẩm polyme rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 16 đến 18.

22. Thiết bị theo điểm 21, trong đó thiết bị được sản xuất bằng cách sử dụng chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 15.
23. Vật dụng, cụ thể là vật dụng phủ trang trí, trong đó vật dụng đã nêu gồm nền và lớp phủ, lớp phủ đã nêu gồm chế phẩm polyme rắn theo điểm bất kỳ trong số các điểm 16 đến 18.
24. Vật dụng theo điểm 23, trong đó vật dụng được sản xuất bằng cách sử dụng chế phẩm theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 15.



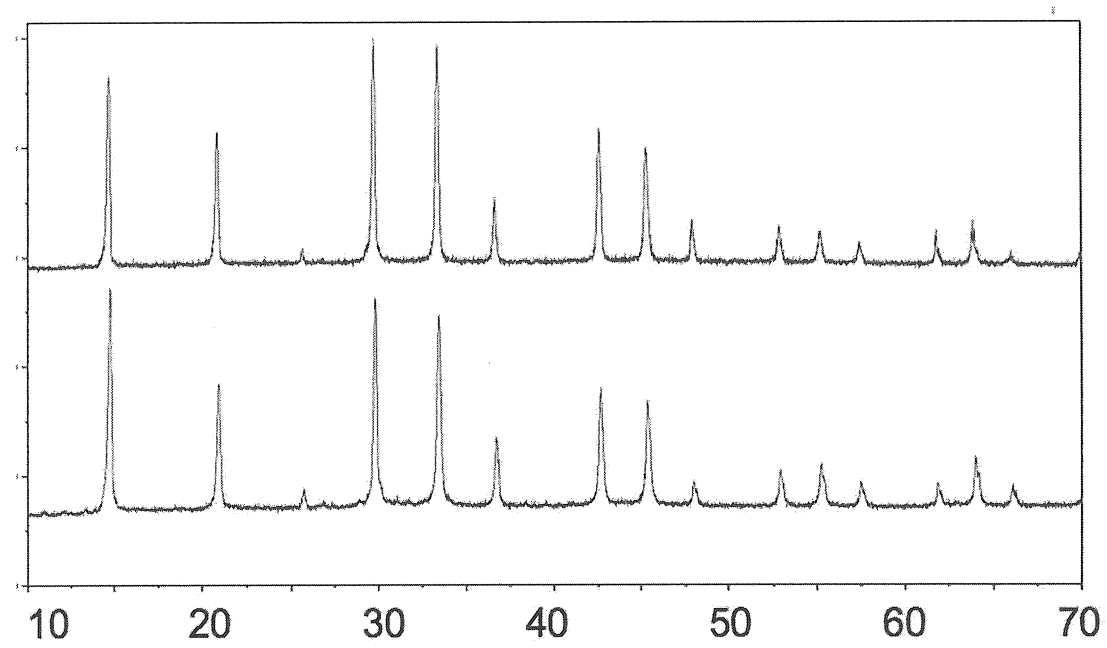


Fig.2

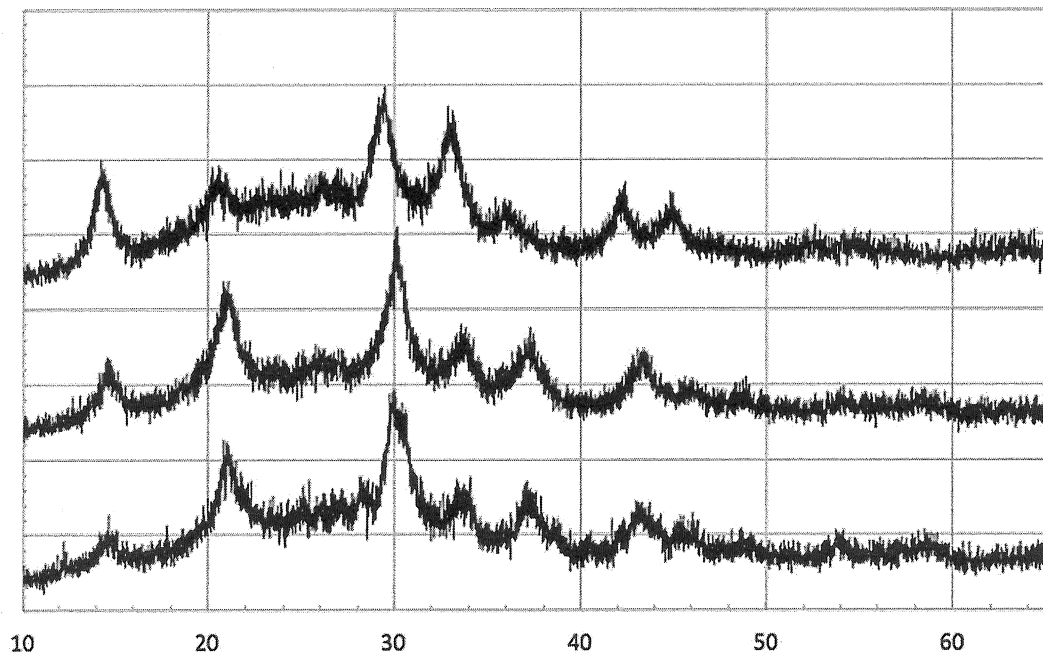


Fig.7

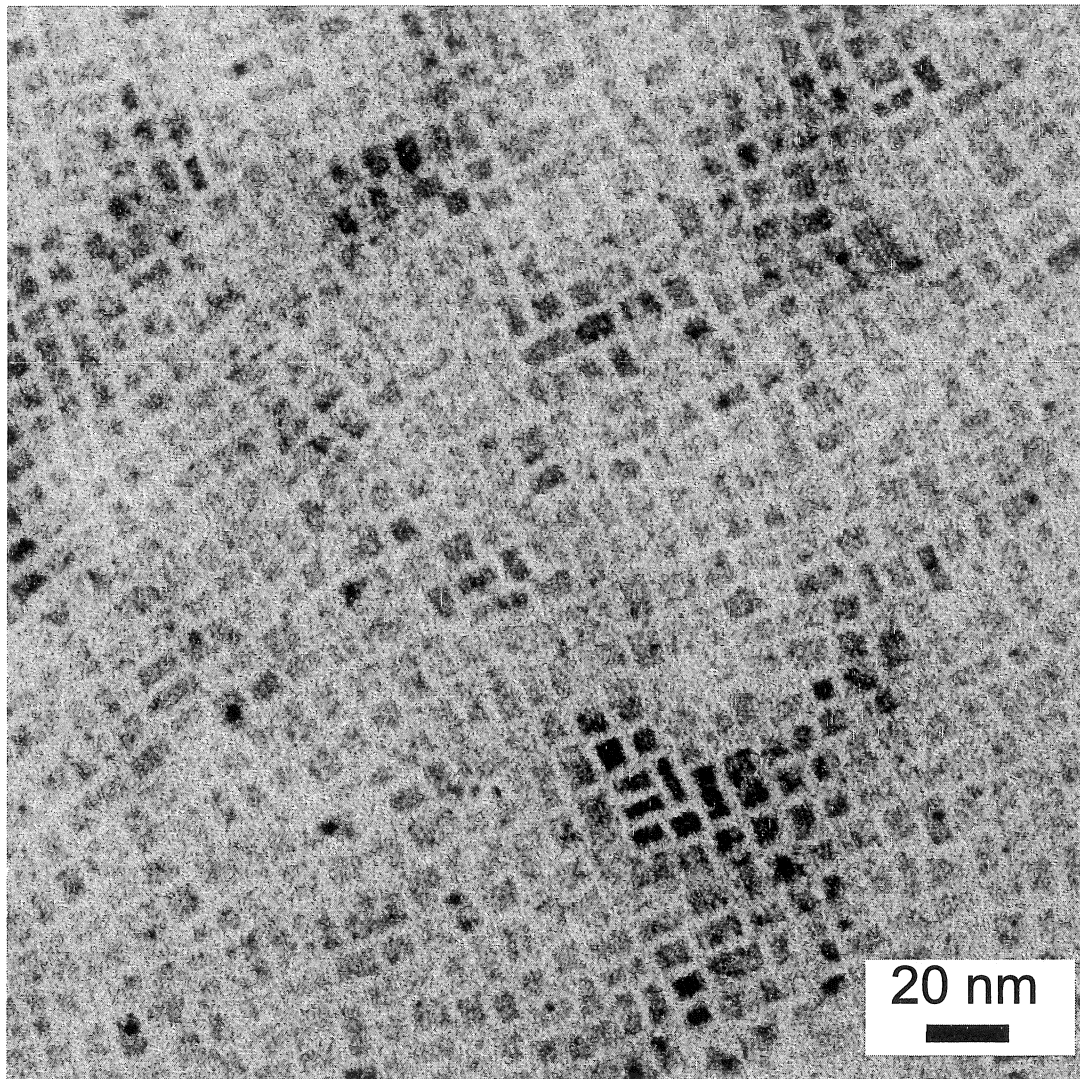


Fig.3

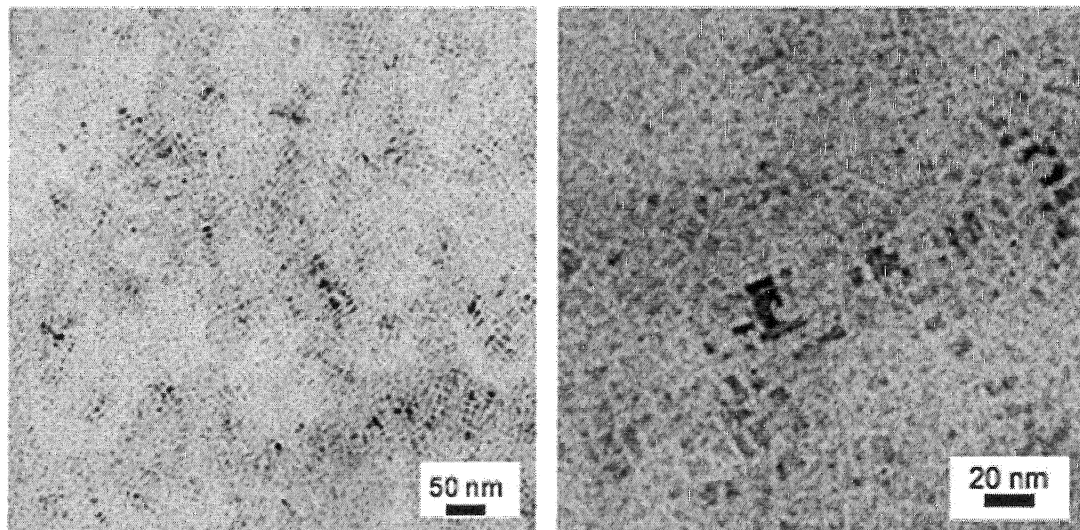


Fig.4

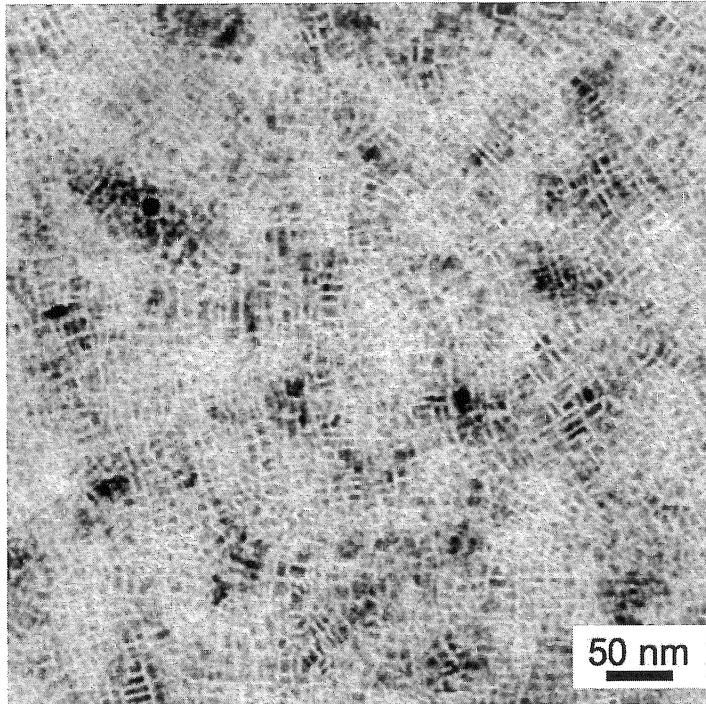


Fig.5

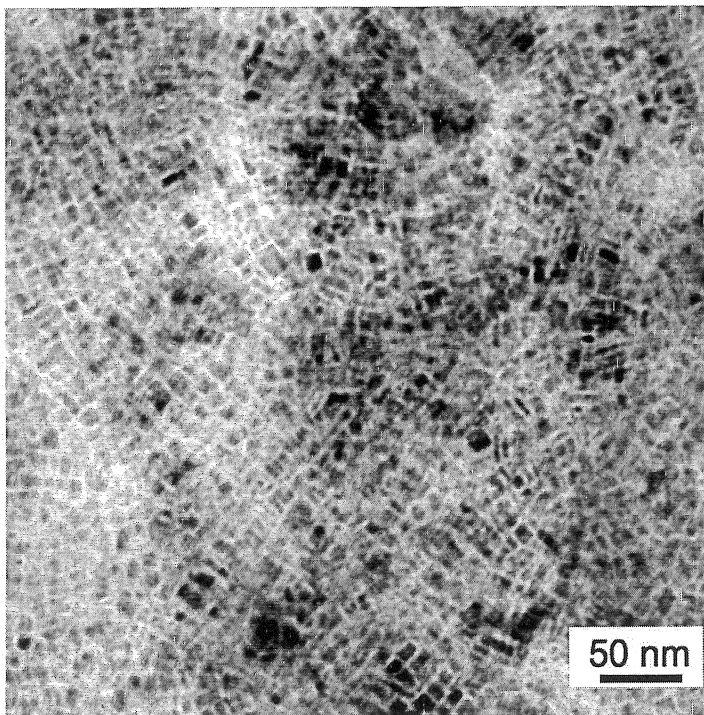


Fig.6