



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

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

(11)



1-0041953

(51)⁸ H01L 51/42

(13) B

-
- (21) 1-2019-03385 (22) 18/12/2017
(86) PCT/RU2017/000946 18/12/2017 (87) WO2018/124938 05/07/2018
(30) 2016152497 29/12/2016 RU; 2016152496 29/12/2016 RU
(45) 25/12/2024 441 (43) 25/12/2019 381A
(73) JOINT STOCK COMPANY KRASNOYARSK HYDROPOWER PLANT (JSC
KRASNOYARSK HPP) (RU)
a/ya 99 g. Divnogorsk, Krasnoyarskij kraj, 663090 Russia
(72) GUDILIN, Evgeny Alekseevich (RU); TARASOV, Alexey Borisovich (RU);
PETROV, Andrey Andreevich (RU); BELICH, Nikolai Andreevich (RU);
GRISHKO, Aleksei Iurievich (RU).
(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)
-

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU HẤP THỤ ÁNH SÁNG CÓ CẤU TRÚC PEROVSKIT, TIỀN CHẤT LỎNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHẾ TIỀN CHẤT LỎNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng có cấu trúc perovskit và công thức hóa học ADB_3 , trong đó A được chọn từ các cation $CH_3NH_3^+$, $(NH_2)_2CH^+$, $C(NH_2)_3^+$, Cs^+ và các hỗn hợp của chúng, B được chọn từ các anion Cl^- , Br^- , I^- hoặc các hỗn hợp của chúng và D được chọn từ các nguyên tố Sn, Pb, Bi hoặc các hỗn hợp của chúng, để trộn chế phẩm $AB-nB_2$ và thành phần D, trong đó thành phần D được chọn từ Sn, Pb, Bi nguyên tố và/hoặc các muối, các hợp kim của chúng, B_2 được chọn từ Cl_2 , Br_2 , I_2 và các hỗn hợp của chúng, với đó, chất phản ứng với chế phẩm $AB-nB_2$ ($n \geq 1$) được cho tiếp xúc với thành phần D và lượng dư của chất phản ứng này được loại bỏ. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến tiền chất lỏng và phương pháp điều chế tiền chất lỏng.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các chất hữu cơ-vô cơ có thành phần thay đổi, dùng làm chất phản ứng ban đầu để thu được các perovskit hữu cơ-vô cơ cũng như đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng có cấu trúc perovskit hữu cơ-vô cơ, đang được sử dụng trong việc sản xuất pin mặt trời perovskit.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng hữu cơ-vô cơ có cấu trúc perovskit cũng như các chế phẩm dùng cho việc tạo ra vật liệu hấp thụ ánh sáng hữu cơ-vô cơ có cấu trúc perovskit là đã biết từ giải pháp kỹ thuật đã biết.

Ví dụ, phương pháp tổng hợp các tiền chất của vật liệu quang hoạt có cấu trúc perovskit hữu cơ-vô cơ, mà đã biết từ giải pháp kỹ thuật đã biết, ví dụ các tiền chất metylamoni iodua (MAI: methylammonium iodide) và formamidini iodua (FAI: formamidinium iodide).

Công trình đã công bố của Qiu, Jianhang; Qiu, Yongcai; Yan, Keyou; Zhong, Min; Mu, Cheng; Yan, He; Yang, Shihe (2013), "All-solid-state hybrid solar cells based on a new organometal halide perovskite sensitizer and one-dimensional TiO₂ nanowire arrays", *Nanoscale*, 5 (8): 3245–3248 mô tả phương pháp tổng hợp tiền chất MAI bằng cách trộn metylamin và hydro iodua (dung dịch nước 57%) với các lượng đẳng mol và khuấy dưới 0°C trong 120 phút với sự kết tinh dựa trên bộ bay hơi quay tiếp theo dưới nhiệt độ 60°C:

Trong báo cáo (Hu, M.; Liu, L.; Mei, A.; Yang, Y.; Liu, T.; Han, H. Efficient Hole-Conductor-Free, Fully Printable Mesoscopic Perovskite Solar Cells with a Broad Light Harvester NH₂(CH)₃NH₂PbI₃. *J. Mater. Chem. A* 2014,

2 (40), 17115–17121), phương pháp tổng hợp tiền chất FAI bằng cách trộn formamidini axetat và hydro iodua (dung dịch nước 57%) và khuấy dưới 50°C trong 30 phút với sự kết tinh dựa trên bay hơi quay tiếp theo được mô tả.

Nhược điểm của các tiền chất nêu trên đó là chúng yêu cầu sử dụng dung môi và các điều kiện phản ứng đặc biệt để đảm bảo phản ứng diễn ra để thu được perovskit hữu cơ-vô cơ vì chúng là các vật liệu thể rắn và bởi vậy làm phức tạp quy trình công nghệ, tăng nguy cơ cho việc sản xuất và môi trường và có tác động tiêu cực lên sức khỏe của người lao động liên quan đến quy trình sản xuất perovskit hữu cơ-vô cơ.

Hơn nữa, các phương pháp tổng hợp polyiodua lỏng ở nhiệt độ trong phòng là đã biết từ giải pháp kỹ thuật đã biết.

Trong báo cáo của Stegemann, H.; Rohde, A.; Reiche, A.; Schnittke, A.; Füllbier, H. Room Temperature Molten Polyiodides. *Electrochim. Acta* 1992, 37 (3), 379–383 phương pháp tổng hợp các polyiodua $\text{CH}_3(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{I}_5$ bằng cách tạo ra $\text{CH}_3(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{I}$ trong số trietylamin và metylamoni iodua trong isopropanol và trộn tiếp theo $\text{CH}_3(\text{CH}_3\text{CH}_2)_3\text{I}$ với iot, cũng như các phương pháp tương tự để tổng hợp các polyiodua $(\text{Oc})_4\text{I}_5$, $(\text{Oc})_4\text{I}_7$ và $(\text{Oc})_4\text{I}_9$ được mô tả.

Nhược điểm của các polyiodua nêu trên là việc sử dụng các cation mà không thích hợp để thu được vật liệu hấp thụ ánh sáng dùng cho các pin mặt trời perovskit.

Phương pháp sản xuất perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ và $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$, mà được biết từ giải pháp kỹ thuật đã biết, là gần nhất với giải pháp kỹ thuật yêu cầu bảo hộ.

Đơn sáng chế Trung Quốc số CN104250723 A, 09/09/2014, Zhi Zheng, Cheng Camry, Lei Yan, JiaHuimin, Ho Wei Wei, He Yingying “Chemical method for in-situ large-area controlled synthesis of perovskite type $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ membrane material based on lead simple-substance membrane” mô tả phương pháp tổng hợp perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ bằng cách nhúng chì kim

loại vào dung dịch chứa iot và metylamoni iodua trong dung môi hữu cơ, ví dụ, etanol.

Đơn sáng chế Trung Quốc số CN105369232 A, 16/02/2015, Zhi Zheng, He Yingying, Lei Yan, Cheng Camry, JiaHuimin, Ho Wei Wei, “Lead-based perovskite-type composite elemental thin-film in-situ wide area control $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ film material chemical method” mô tả phương pháp tổng hợp perovskit $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ bằng cách nhúng chì kim loại vào dung dịch chứa metylamoni bromua trong dung môi hữu cơ, ví dụ isopropanol.

Nhược điểm của các phương pháp nêu trên là việc sử dụng bắt buộc dung môi mà làm phức tạp quy trình tạo ra perovskit hữu cơ-vô cơ và dẫn đến các nguy cơ về môi trường và sức khỏe liên quan đến việc sản xuất. Bởi vậy, các hợp chất hữu cơ-vô cơ có thành phần thay đổi dùng làm chất phản ứng ban đầu lỏng ở nhiệt độ trong phòng để thu được các perovskit hữu cơ-vô cơ cũng như phương pháp sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng hữu cơ-vô cơ có cấu trúc perovskit, được sử dụng trong việc sản xuất pin mặt trời perovskit được cho phép.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp đơn giản, nhanh chóng và ít chất thải để sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng hữu cơ-vô cơ có cấu trúc perovskit theo cách không dùng dung môi cũng như sự tổng hợp chế phẩm được sử dụng để thực hiện phương pháp này, cho phép thu được vật liệu thích hợp để sử dụng trong pin mặt trời.

Hiệu quả kỹ thuật, cần đạt được nhờ việc áp dụng sáng chế, là sự đơn giản hóa và thúc đẩy việc thu được vật liệu hấp thụ ánh sáng hữu cơ-vô cơ có cấu trúc perovskit, bao gồm các perovskit hữu cơ-vô cơ và hợp chất dạng perovskit

chứa Pb, Sn, Bi, theo cách không dùng dung môi, cụ thể là ở nhiệt độ trong phòng, có khả năng sử dụng các vật liệu thu được trong pin mặt trời.

Hiệu quả kỹ thuật trong việc thực hiện phương pháp đạt được bởi thực tế là vật liệu có cấu trúc perovskit có thể thu được bằng cách trộn hai chất phản ứng

Việc thực hiện phương pháp cho phép đạt được hiệu quả kỹ thuật, do thực tế là vật liệu có cấu trúc perovskit có thể thu được bằng cách trộn hai chất phản ứng $AB-nB_2$ và D với việc loại bỏ tiếp theo các chất phản ứng dư, trong đó chất phản ứng thứ nhất là chế phẩm có thể thay đổi $AB-nB_2$, trong đó $n \geq 1$, A là metylamoni MA^+ ($CH_3NH_3^+$), formamidini, FA^+ ($(NH_2)_2CH^+$), guanidini Gua ($C(NH_2)_3^+$), xesi Cs^+ hoặc hỗn hợp của chúng, B là Cl^- , Br^- , I^- hoặc hỗn hợp của chúng, trong khi đó Cl_2 , Br_2 , I_2 hoặc hỗn hợp của chúng có thể được sử dụng làm thành phần B_2 , trong khi chất phản ứng thứ hai D được chọn từ nguyên tố Pb, Bi và/hoặc muối, hỗn hợp, hợp kim của chúng.

Phương pháp để kết hợp các thành phần $AB-nB_2$ và D có thể là khác nhau: phủ nhúng - nhỏ giọt chất này lên chất khác hoặc nhúng chìm chất D trong chế phẩm $AB-nB_2$, phủ phun - phun chất này lên chất khác, phủ quay - phủ một chất ở trạng thái lỏng lên nền quay có một chất khác, phủ bằng dao - phủ một chất lên chất khác bằng cách sử dụng dao định lượng, phủ dạng cuộn - công nghệ phủ chất dạng cuộn, in lưới - in lưới chất $AB-nB_2$ lên bề mặt của chất D.

Lượng dư của thành phần B (Cl, Br, I) có thể được loại bỏ bằng một trong số các phương pháp sau: rửa trong dung môi, nhỏ giọt dung môi lên bề mặt, ủ ở nhiệt độ cao, làm bay hơi dưới áp suất giảm, sử dụng chất hấp thụ thành phần B_2 .

Hiệu quả kỹ thuật trong trường hợp sử dụng chế phẩm và phương pháp điều chế chế phẩm này đạt được bằng cách trộn hai thành phần rắn AB và B_2 ở dạng bột để thu được chế phẩm lỏng $AB-nB_2$ có thành phần thay đổi với các tỷ lệ mol khác nhau của các thành phần AB và B_2 , trong đó $n \geq 1$, A là metylamoni

MA⁺ (CH₃NH₃⁺), formamidini, FA⁺ ((NH₂)₂CH⁺), guanidini Gua (C(NH₂)₃⁺), xesi Cs⁺ hoặc hỗn hợp của chúng, B là Cl⁻, Br⁻, I⁻ hoặc hỗn hợp của chúng, trong đó B₂ là Cl₂, Br₂, I₂ hoặc hỗn hợp của chúng.

Dấu hiệu chính của chế phẩm mới để sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng có cấu trúc perovskit mà có thể được sử dụng để thực hiện quy trình theo sáng chế là việc sản xuất nhanh và đơn giản mà không sử dụng dung môi theo phản ứng sau: $AB-nB_2 + D = ADB_3 + (n-1)B_2$.

Một cách thông thường hơn để sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng có cấu trúc perovskit và công thức hóa học ADB₃ (trong đó A được chọn từ các cation CH₃NH₃⁺, (NH₂)₂CH⁺, C(NH₂)₃⁺, Cs⁺ và các hỗn hợp của chúng, B được chọn từ các anion Cl⁻, Br⁻, I⁻ hoặc các hỗn hợp của chúng và D được chọn từ các nguyên tố Sn, Pb, Bi hoặc các hỗn hợp của chúng) để trộn chế phẩm AB-nB₂ và chất phản ứng mà chứa D, trong đó thành phần mà chứa D được chọn từ Sn, Pb, Bi nguyên tố và/hoặc muối, hỗn hợp, hợp kim của chúng, B₂ được chọn từ Cl₂, Br₂, I₂ và các hỗn hợp của chúng, với đó, chất phản ứng với chế phẩm AB-nI₂ (n≥1) được cho tiếp xúc với thành phần D và lượng dư của chế phẩm này được loại bỏ.

Hơn nữa, việc trộn chế phẩm AB-nB₂ với chất phản ứng mà chứa D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp mà chứa các thành phần AB và B₂ với sự xử lý nhiệt tiếp theo hoặc việc trộn chế phẩm AB-nB₂ với chất phản ứng mà chứa D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp mà chứa các thành phần AB và B₂ với sự giảm áp suất tiếp theo, hoặc việc trộn chế phẩm AB-nB₂ với chất phản ứng D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp mà chứa các thành phần AB, B₂ và D với sự xử lý nhiệt tiếp theo, hoặc việc trộn chế phẩm AB-nB₂ với chất phản ứng D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp mà chứa các thành phần AB, B₂ và D với sự giảm áp suất tiếp theo.

Ngoài ra, việc trộn các chất phản ứng AB-nB₂ và chất phản ứng mà chứa D có thể được thực hiện bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp liệt

kê dưới đây hoặc dạng kết hợp của chúng: phủ quay, phủ phun, nhúng chìm, phủ bằng dao, phủ nhỏ giọt, phủ dạng cuộn, in lưới, trong khi lượng dư của thành phần B từ chế phẩm $AB-nB_2$ được loại bỏ bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp liệt kê dưới đây hoặc dạng kết hợp của chúng: rửa bằng dung môi, xử lý nhiệt đối với nền, loại bỏ dưới áp suất giảm, loại bỏ bằng cách sử dụng chất hấp thụ.

Theo một phương án cụ thể của quy trình, phương pháp điều chế chất phản ứng lỏng để sản xuất perovskit hữu cơ-vô cơ là trộn các thành phần chứa các cation A và B trong khoảng nhiệt độ từ 0 đến 150°C mà dẫn đến sự tạo ra hỗn hợp $AB-nB_2$, ($n \geq 1$), trong đó A được chọn từ $CH_3NH_3^+$, $(NH_2)_2CH^+$, $C(NH_2)_3^+$, hoặc hỗn hợp của chúng, B được chọn từ các anion Cl^- , Br^- , I^- hoặc hỗn hợp của chúng, cũng như hỗn hợp của các thành phần này với các ion Cs^+ trong khi tỷ lệ AB với B_2 nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1: 5.

Dưới đây, các phương án cụ thể để sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng có cấu trúc perovskit có công thức chung ADB_3 được đề xuất.

Thông tin về việc ứng dụng phương pháp yêu cầu bảo hộ để sản xuất pin mặt trời perovskit được đưa ra ở dạng một ví dụ thực hiện cụ thể.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Chất phản ứng MAI-2I₂ được tạo ra bằng cách trộn 159 mg MAI và 508 mg I₂ tiếp đó được phủ quay trên mặt trên của nền có dạng kết cấu sau: FTO/TiO₂/Pb với một lớp chì kim loại dày 250nm (FTO là thiếc oxit được pha flo). Tiếp đó, nền được gia nhiệt và giữ ở nhiệt độ 115°C trong 30 phút. Kết quả là lớp perovskit MAPbI₃ được tạo ra trên nền.

Ví dụ 2

Bột chì kim loại (20mg) được bổ sung vào chất phản ứng $AB-nB_2$ ($A = MA$; $B = I, Br$; $n \geq 1$) mà thu được bằng cách trộn 127 mg MAI, 22mg MABr, và

508 mg I_2 và hỗn hợp này được khuấy trong 12 giờ. Tiếp đó, hỗn hợp này được lọc bằng cách sử dụng bộ lọc dạng ống tiêm (PTFE, 0,45 μ m đường kính lỗ xốp) và được phủ quay lên mặt trên của chì kim loại dày 50nm trên nền thủy tinh. Sau quy trình phủ quay, nền được nhúng chìm trong chậu isopropanol, được lấy ra và sấy. Kết quả là lớp perovskit $MAPbI_xBr_{3-x}$ được tạo ra trên nền thủy tinh.

Ví dụ 3

Chất phản ứng $AB-nB_2$ ($A = MA, FA; B = I, Br; n \geq 1$) thu được bằng cách trộn FAI (137mg), MABr (22mg) và I_2 (508mg), tiếp đó được phủ quay lên mặt trên của chì kim loại dày 250nm trên nền thủy tinh. 15 giây ngay trước khi quay các đầu của bộ phận giữ mẫu thử, 100 μ l rượu isopropylic được nhỏ giọt lên bề mặt của mẫu thử. Kết quả là lớp perovskit $MA_xFA_{1-x}PbI_{3y}Br_{3-3y}$ ($0 \leq x \leq 1; 0 \leq y \leq 1$) được tạo ra trên nền thủy tinh.

Xem cách điều chế polyhalogenua lỏng có công thức chung $AB-nB_2$ dưới đây.

Ví dụ 4

1016 mg (4 mmol) iot tinh thể ở dạng bột rắn được bỏ sung ở nhiệt độ trong phòng vào 318 mg (2 mmol) MAI tinh thể ở dạng bột rắn. Sau đó, hỗn hợp này được khuấy trong 3 phút ở nhiệt độ trong phòng, dẫn đến tạo ra chất lỏng màu nâu sẫm với chế phẩm MAI-2 I_2 . Sau khi điều chế, chế phẩm giữ được tính chất của nó trong ít nhất một tháng ở nhiệt độ trong phòng.

Ví dụ 5

1270 mg (5 mmol) iot tinh thể ở dạng bột rắn được bỏ sung ở nhiệt độ trong phòng vào 318 mg (2 mmol) MAI tinh thể ở dạng bột rắn. Sau đó, hỗn hợp được khuấy trong 3 phút ở 40°C và được làm nguội đến nhiệt độ trong phòng, dẫn đến tạo ra chất lỏng màu nâu sẫm với chế phẩm MAI-2,5 I_2 . Sau khi điều chế, chế phẩm giữ được tính chất của nó trong ít nhất một tháng ở nhiệt độ trong phòng.

Ví dụ 6

2540 mg (10 mmol) iod tinh thể ở dạng bột rắn được gia nhiệt trong lọ kín cho đến 120°C làm cho iod nóng chảy. Tiếp đó, 318 mg (2 mmol) MAI tinh thể ở dạng bột rắn được bổ sung vào lọ. Sau đó, hỗn hợp được khuấy trong 3 phút và được làm nguội xuống 70°C , dẫn đến tạo ra chất lỏng màu nâu sẫm với chế phẩm MAI- 5I_2 . Sau khi điều chế, chế phẩm giữ được tính chất của nó trong ít nhất một tháng ở 70°C .

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất vật liệu hấp thụ ánh sáng có cấu trúc perovskit và công thức hóa học ADB_3 , trong đó A được chọn từ các cation $CH_3NH_3^+$, $(NH_2)_2CH^+$, $C(NH_2)_3^+$, Cs^+ và các hỗn hợp của chúng, B được chọn từ các anion Cl^- , Br^- , I^- hoặc các hỗn hợp của chúng và D được chọn từ các nguyên tố Sn, Pb, Bi hoặc các hỗn hợp của chúng, để trộn chế phẩm $AB-nB_2$ và thành phần D, trong đó thành phần D được chọn từ Sn, Pb, Bi nguyên tố và/hoặc các muối, các hợp kim của chúng, B_2 được chọn từ Cl_2 , Br_2 , I_2 và các hỗn hợp của chúng, với đó, chất phản ứng với chế phẩm $AB-nB_2$ ($n \geq 1$) được cho tiếp xúc với thành phần D và lượng dư của chất phản ứng này được loại bỏ.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc trộn chế phẩm $AB-nB_2$ với thành phần D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp chứa các thành phần AB và B_2 với sự xử lý nhiệt tiếp theo.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó việc trộn chế phẩm $AB-nB_2$ với thành phần D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp chứa các thành phần AB và B_2 với sự giảm áp suất tiếp theo.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc trộn chế phẩm $AB-nB_2$ với thành phần D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp chứa các thành phần AB, B_2 và D với sự xử lý nhiệt tiếp theo.

5. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 4, trong đó việc trộn chế phẩm $AB-nB_2$ với thành phần D được thực hiện bằng cách hòa tan D trong hỗn hợp chứa các thành phần AB, B_2 và D với sự giảm áp suất tiếp theo.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc trộn các chất phản ứng $AB-nB_2$ với thành phần D được thực hiện bằng cách lắng phủ $AB-nB_2$ lên thành phần D.

7. Phương pháp theo điểm 4, trong đó việc lắng phủ $AB-nB_2$ và thành phần D có thể được thực hiện bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp liệt kê dưới đây hoặc dạng kết hợp của chúng: phủ quay, phủ phun, nhúng chìm, phủ bằng dao, phủ nhỏ giọt, phủ dạng cuộn, in lưới.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó lượng dư của thành phần B từ chế phẩm $AB-nB_2$ được loại bỏ bằng phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp liệt kê dưới đây hoặc dạng kết hợp của chúng: rửa bằng dung môi, xử lý nhiệt đối với nền, loại bỏ dưới áp suất giảm, loại bỏ bằng cách sử dụng chất hấp thụ.

9. Phương pháp điều chế tiền chất lỏng để thu được perovskit hữu cơ-vô cơ được dựa trên việc trộn AB và B_2 , A được chọn từ các cation sau: $CH_3NH_3^+$, $(NH_2)_2CH^+$, $C(NH_2)_3^+$, Cs^+ hoặc hỗn hợp của chúng, B được chọn từ các anion sau Cl^- , Br^- , I^- hoặc hỗn hợp của chúng, B_2 được chọn từ Cl_2 , Br_2 , I_2 và các hỗn hợp của chúng, tỷ lệ mol giữa AB với B_2 được thay đổi trong khoảng từ 1:1 đến 1:5 trong khoảng nhiệt độ từ 0 đến $150^\circ C$ và trong đó $n \geq 1$.

10. Tiền chất lỏng $AB-nB_2$ để thu được perovskit hữu cơ-vô cơ, trong đó $n \geq 1$, A được chọn từ các cation sau: $CH_3NH_3^+$, $(NH_2)_2CH^+$, $C(NH_2)_3^+$, Cs^+ hoặc hỗn hợp của chúng, B được chọn từ các anion sau Cl^- , Br^- , I^- hoặc hỗn hợp của chúng, tỷ lệ mol giữa AB với B_2 nằm trong khoảng từ 1:1 đến 1:5.