



(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



1-0024436

(51)⁷ C10G 21/27; C07D 233/00; C10L 3/10; (13) B
C10G 25/00; C07C 211/00

(21) 1-2011-02936

(22) 30/03/2010

(86) PCT/GB2010/050549 30/03/2010

(87) WO2010/116165 14/10/2010

(30) 0905896.7 06/04/2009 GB

(45) 27/07/2020 388

(43) 25/06/2012 291A

(73) Petroliam Nasional Berhad (Petronas) (MY)

Tower 1, PETRONAS Twin Towers Kuala Lumpur 50088, Malaysia

(72) ROGERS, ROBIN, DON (US); HOLBREY, John (GB); RODRIGUEZ, Hector (GB).

(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) QUY TRÌNH LOẠI BỎ KIM LOẠI KHỎI HYDROCACBON VÀ CHẤT LỎNG
ION CHỨA KIM LOẠI HÒA TAN THU ĐƯỢC TỪ QUY TRÌNH NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình loại bỏ kim loại, cụ thể là thủy ngân, ra khỏi dòng hydrocacbon nhờ sử dụng chất lỏng ion, trong đó dòng hydrocacbon chứa kim loại được cho tiếp xúc với chất lỏng ion để tạo ra sản phẩm dòng hydrocacbon có lượng thủy ngân đã được giảm xuống.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình loại bỏ kim loại, và cụ thể là thủy ngân, ra khỏi dòng hydrocacbon lỏng. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến quy trình trong đó các kim loại được chiết tách khỏi hydrocacbon khí hoặc lỏng sử dụng chất lỏng ion.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hydrocacbon lỏng và khí thu được từ dầu và khí tự nhiên thường chứa thủy ngân. Cụ thể, hydrocacbon lỏng và khí thu được từ dầu và khí tự nhiên của Hà Lan, Đức, Canada, Mỹ, Malaysia, Brunei, và Anh đã được biết có chứa thủy ngân. Như N. S. Bloom (Fresenius J. Anal. Chem., 2000, 366, 438-443) đã chỉ ra, lượng thủy ngân có trong hydrocacbon này có thể tồn tại ở nhiều dạng khác nhau. Mặc dù, thủy ngân nguyên tố có xu hướng chiếm ưu thế, thủy ngân hạt (tức là thủy ngân liên kết với chất dạng hạt), thủy ngân hữu cơ (ví dụ, dimetyl thủy ngân và dietylmethyl thủy ngân) và thủy ngân dạng ion (ví dụ, thủy ngân diclorua) cũng có thể được tìm thấy trong các nguồn hydrocacbon có trong tự nhiên. Nồng độ thủy ngân trong dầu thô có thể nằm trong khoảng từ dưới 1 phần tỷ (part per billion - ppb) đến vài nghìn ppb phụ thuộc vào giếng và vị trí. Tương tự, nồng độ thủy ngân trong khí tự nhiên có thể nằm trong khoảng từ dưới 1 ng.m⁻³ đến lớn hơn 1000 µg.m⁻³.

Sự có mặt của thủy ngân trong các hydrocacbon là một vấn đề do độc tính của nó. Ngoài ra, thủy ngân ăn mòn thiết bị xử lý hydrocacbon sau đó, chẳng hạn như được thiết bị được sử dụng trong chưng cất dầu và khí hoá lỏng. Thủy ngân có thể phản ứng với nhôm có trong thiết bị xử lý hydrocacbon để tạo ra hỗn hợp, có thể dẫn đến hỏng thiết bị. Ví dụ, các môi hàn đường ống, các thành phần đông lạnh, thiết bị trao đổi nhiệt làm bằng nhôm và các xúc tác cho quá trình hydro hoá đều có thể bị hư hại do các hydrocacbon chứa thủy ngân. Điều này dẫn đến sự tạm dừng hoạt động của nhà máy, với những tác động kinh tế nghiêm trọng, hoặc trường hợp nặng, mất kiểm soát trong việc ngăn chặn hoặc hoàn thành kế hoạch, với các kết quả thảm họa tiềm tàng.

Ngoài ra, các sản phẩm chứa thủy ngân với nồng độ cao được xem là có chất lượng thấp, và kết quả là giá thành thấp.

Một số phương pháp loại bỏ thủy ngân ra khỏi hydrocacbon đã được đề xuất. Các phương pháp này bao gồm: kỹ thuật lọc hơi đốt sử dụng các tháp phản ứng cố định chứa lưu huỳnh, các muối sulfua và các muối iot của kim loại chuyển tiếp hoặc kim loại nặng trên giá hoạt hoá; oxy hoá sau đó tạo phức với các hợp chất chứa lưu huỳnh; và oxy hoá sau đó chiết trong dung môi.

Ngoài ra, một số phương pháp giới hạn đã được đề xuất để loại bỏ thủy ngân ra khỏi hydrocacbon sử dụng chất lỏng ion.

Thuật ngữ “chất lỏng ion” được sử dụng ở đây để chỉ chất lỏng có thể được tạo ra bằng cách nung nóng chảy muối, và khi đã sản xuất chứa hoàn toàn ion. Chất lỏng ion có thể được tạo ra từ chất đồng nhất chứa một cation và một anion, hoặc có thể chứa nhiều hơn một cation và một anion. Do đó, chất lỏng ion có thể chứa nhiều hơn một cation và một anion. Chất lỏng ion còn có thể gồm có một cation và một hoặc nhiều anion. Ngoài ra, chất lỏng ion còn có thể gồm có nhiều hơn một cation và nhiều hơn một anion.

Thuật ngữ “chất lỏng ion” chứa cả các hợp chất có điểm nóng chảy cao và hợp chất có điểm nóng chảy thấp, ví dụ, ở nhiệt độ phòng hoặc thấp hơn. Do đó, nhiều chất lỏng ion có điểm nóng chảy thấp hơn 200°C , cụ thể là thấp hơn 100°C , xấp xỉ nhiệt độ phòng (từ 15 đến 30°C), hoặc thậm chí là thấp hơn 0°C . Các chất lỏng ion có điểm nóng chảy thấp hơn 30°C được gọi chung là “chất lỏng ion ở nhiệt độ phòng” và thường được xuất phát từ các muối hữu cơ có chứa cation dị vòng chứa nitơ, chẳng hạn như các cation gốc imidazol và pyridin. Trong các chất lỏng ion ở nhiệt độ phòng, cấu trúc của cation và anion ngăn không tạo ra cấu trúc tinh thể và do đó muối là chất lỏng ở nhiệt độ phòng.

Hầu hết các chất lỏng ion được biết đến rộng rãi là các dung môi. Nhiều chất lỏng ion đã được thể hiện có áp suất hơi không đáng kể, ổn định trong nhiệt độ, khả năng cháy và tái sử dụng thấp.

Do có rất nhiều sự kết hợp anion/cation nên có thể điều chỉnh các tính chất vật lý của chất lỏng ion (ví dụ, điểm nóng chảy, mật độ, độ nhớt và độ trộn lẫn với nước hoặc dung môi hữu cơ) để thích hợp với các yêu cầu ứng dụng cụ thể.

Sự kết hợp của các phối tử tạo phức với kim loại và các chất lỏng ion được phủ lên trên giá đỡ trơ như là chất hấp phụ để loại bỏ thủy ngân ra khỏi khí nhiên liệu hoá thạch đã được mô tả trong đơn sáng chế Mỹ số 2007/0123660 của Ji et al. {Water, Air,

& Soil Pollution: Focus 2008, 8, 349-358 và Ind. Eng. Chem. Res., 2008, 47, 8396-8400).

Phản ứng của các halogen với thủy ngân đã được tận dụng trong công nghệ lọc khí đốt để loại bỏ hơi kim loại, bao gồm hơi thủy ngân, bằng phản ứng ở nhiệt độ cao với brom hoặc clo để tạo ra các hạt thủy ngân hữu cơ có thể dễ dàng được chiết vào trong môi trường nước (ví dụ, tham khảo Lui, et al., Environ. Sci. Technol., 2007, 41, 1405-1412).

Việc phân chia các ion thủy ngân, trong trạng thái oxy hoá +2 cao, vào các chất lỏng ion từ nước đã được ghi nhận bởi Rogers, et al. (Green Chem., 2003, 5, 129-135), thể hiện rằng các phức chất lỏng anion dication có thể được sử dụng để phân chia Hg(II) từ các dung dịch muối và axit. Prausnitz, et al. (Ind. Eng. Chem. Res., 2008, 47, 5080-5086) đã bộc lộ sự phân chia các ion thủy ngân từ nước vào các chất lỏng ion kỵ nước.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là tìm ra quy trình loại bỏ thủy ngân khỏi dòng hydrocarbon chứa thủy ngân nhằm khắc phục các vấn đề nêu trên.

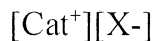
Sáng chế dựa trên sự phát hiện là các chất lỏng ion có thể được sử dụng như là các chất phù hợp để loại bỏ thủy ngân ra khỏi hydrocarbon khí và lỏng mà không cần chất phụ trợ và không cần sự biến đổi hoá học của thủy ngân. Cụ thể, các dung môi thêm vào và/hoặc các phối tử phức thủy ngân không cần thiết đạt được sự phân chia thủy ngân hiệu quả từ hydrocarbon khí và lỏng vào chất lỏng ion, mặc dù một số dòng dung môi và/hoặc chất phụ trợ có thể được kết hợp nếu cần. Ngoài ra, cũng đã phát hiện rằng các chất lỏng ion có thể được sử dụng để loại bỏ thủy ngân ra khỏi các hydrocarbon dạng khí và dạng lỏng thích hợp ở nhiệt độ môi trường xung quanh.

Tính chất này của các chất lỏng ion đã không được biết đến trước đây. Cụ thể, sự phân chia các ion thủy ngân đã bị oxy hóa Hg(II) giữa nước có độ phân cực cao và các chất lỏng ion kỵ nước đã biết không gợi ý rằng thủy ngân, dù ở dạng nguyên tố, hạt, hợp chất hữu cơ hoặc dạng ion, như thường được tìm thấy trong các hydrocarbon, có thể được chiết tách trực tiếp từ các hydrocarbon không phân cực vào chất lỏng ion.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất quy trình loại bỏ thủy ngân ra khỏi nguồn dòng hydrocarbon chứa thủy ngân bao gồm các bước:

(i) cho nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân tiếp xúc với chất lỏng ion có công thức:



Trong đó: $[\text{Cat}^+]$ là một hoặc nhiều cation, và

$[\text{X}^-]$ là một hoặc nhiều anion; và

(ii) tách ra khỏi chất lỏng ion, sản phẩm dòng hydrocacbon có hàm lượng thuỷ ngân giảm so với nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân ban đầu.

Các dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân có thể được xử lý theo sáng chế có thể bao gồm từ 1 phần tỷ (ppb) thuỷ ngân tới nhiều hơn 50.000 ppb thuỷ ngân, ví dụ từ 2 đến 10.000 ppb thuỷ ngân; hoặc từ 5 đến 1000 ppb thuỷ ngân. Lượng thuỷ ngân có trong dòng hydrocacbon có trong tự nhiên có thể ở các dạng khác nhau, và sáng chế có thể được áp dụng để loại bỏ thuỷ ngân, cụ thể là thuỷ ngân, thuỷ ngân hữu cơ hoặc ion thuỷ ngân ra khỏi dòng hydrocacbon. Theo một khía cạnh ưu tiên của sáng chế, thuỷ ngân ở một hoặc nhiều dạng: nguyên tố, hạt hoặc dạng hữu cơ. Thích hợp hơn, thuỷ ngân ở dạng nguyên tố hoặc hữu cơ. Do đó, theo một phương án, thuỷ ngân ở dạng nguyên tố. Theo phương án khác, thuỷ ngân ở dạng hữu cơ.

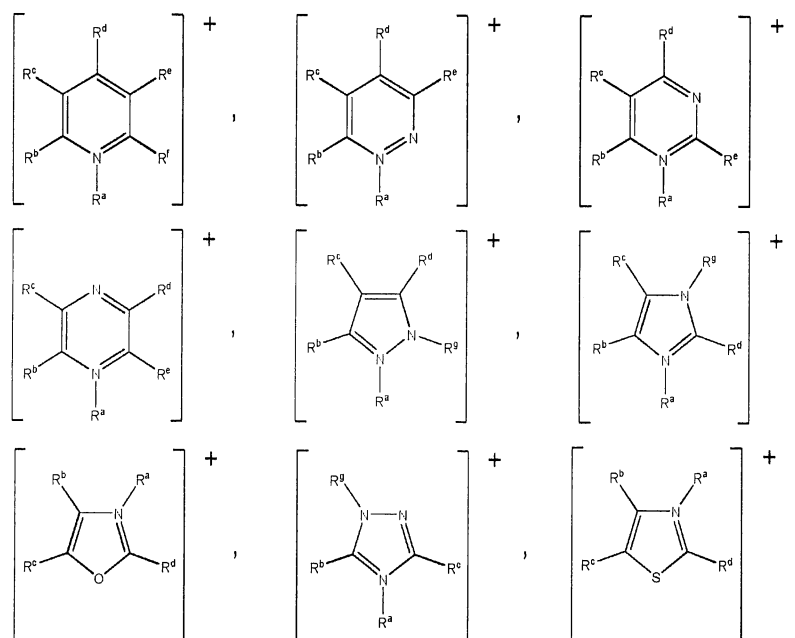
Quy trình theo sáng chế có thể được áp dụng về cơ bản cho nguồn hydrocacbon bất kỳ chứa thuỷ ngân và ở dạng lỏng hoặc dạng khí dưới các điều kiện vận hành của quy trình. Do đó, dòng hydrocacbon có thể được xử lý theo sáng chế bao gồm các hydrocacbon lỏng, chẳng hạn như khí tự nhiên hoá lỏng; phần chưng cất nhẹ, ví dụ, bao gồm khí dầu mỏ lỏng, xăng, và/hoặc dầu mỏ, khí tự nhiên ngưng tụ; phần chưng cất giữa, ví dụ bao gồm dầu hỏa và/hoặc dầu diesel; phần chưng cất nặng, ví dụ, dầu nhiên liệu; và dầu thô. Các dòng hydrocacbon có thể được xử lý theo sáng chế cũng bao gồm các hydrocacbon dạng khí, chẳng hạn như khí tự nhiên và khí chưng cất. Tốt nhất là, dòng hydrocacbon chứa hydrocacbon lỏng.

Theo sáng chế, $[\text{Cat}^+]$ có thể bao gồm các cation được chọn từ: amoni, benzimidazol, benzofuran, benzothiophen, benzotriazol, borol, cinnolin, diazabixyclodecen, diazabixyclononen, 1,4-diazabixyclo[2.2.2]octan, diazabixycloundecen, dithiazol, furan, guanidin, imidazol, indazol, indolin, indol, morpholin, oxaborol, oxaphosphol, oxazin, oxazol, *iso*-oxazol, oxothiazol, phosphol, phosphon, phtalazin, piperazin, piperidin, pyran, pyrazin, pyrazol, pyridazin, pyridin, pyrimidin, pyrrolidin, pyrol, quinazolin, quinolin, *iso*-quinolin, quinoxalin, quinuclidin, selenazol,

sulfon, tetrazol, thiadiazol, *iso*-thiadiazol, thiazin, thiazol, *iso*-thiazol, thiophen, thiuron, triazin, triazol, *iso*-thazol, và uron.

Theo một phương án ưu tiên của sáng chế, [Cat⁺] bao gồm các cation dị vòng thơm được chọn từ: benzimidazol, benzofuran, benzothiophen, benzotriazol, cinnolin, diazabixyclodecen, diazabixyclononen, diazabixyclo-undecen, dithiazol, imidazol, indazol, indolin, indol, oxazin, oxazol, *iso*-oxazol, oxathiazol, phthalazin, pyrazin, pyrazol, pyridazin, pyridin, pyrimidin, quinazolin, quinolin, *iso*-quinolin, quinoxalin, tetrazol, thiadiazol, *iso*-thiadiazol, thiazin, thiazol, *iso*-thiazol, triazin, triazol, và *iso*-thazol.

Tốt hơn là, [Cat⁺] có công thức:



trong đó: mỗi nhóm R^a, R^b, R^c, R^d, R^e, R^f và R^g được lựa chọn độc lập từ hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₃₀, nhóm xycloalkyl từ C₃ đến C₈, hoặc nhóm aryl từ C₆ đến C₁₀, hoặc hai nhóm bất kỳ trong R^b, R^c, R^d, R^e và R^f được gắn với các nguyên tử cacbon bên cạnh tạo ra chuỗi metylen -(CH₂)_q- trong đó q từ 3 đến 6; và trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl hoặc chuỗi metylen nói trên không được thể hoặc có thể được thể bởi một đến ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C₁ đến C₆, alkoxyalkoxy từ C₂ đến C₁₂, xycloalkyl từ C₃ đến C₈, aryl từ C₆ đến C₁₀, alkaryl từ C₇ đến C₁₀, aralkyl từ C₇ đến C₁₀, -CN, -OH, -SH, -NO₂, -CO₂R^x, -OC(O)R^x, -C(O)R^x, -C(S)R^x, -CS₂R^x, -SC(S)R^x, -S(O)(alkyl từ C₁ đến C₆), -S(O)O (alkyl từ C₁ đến C₆), -OS(O)(alkyl từ C₁ đến C₆), -S(alkyl từ C₁ đến C₆), -S-S(alkyl từ C₁ đến C₆), -NR^xC(O)NR^yR^z, -NR^xC(O)OR^y, -OC(O)NR^yR^z, -NR^xC(S)OR^y, -OC(S)NR^yR^z, -

$\text{NR}^x\text{C}(\text{S})\text{SR}^y$, $-\text{SC}(\text{S})\text{NR}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^x\text{C}(\text{S})\text{NR}^y\text{R}^z$, $-\text{C}(\text{O})\text{NR}^y\text{R}^z$, $-\text{C}(\text{S})\text{NR}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^y\text{R}^z$, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x , R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C_1 đến C_6 .

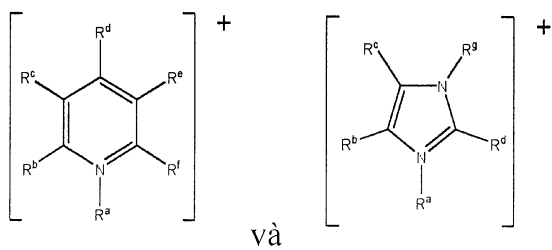
Tốt hơn là, R^a được chọn từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{30} , tốt hơn là alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_2 đến C_{20} , tốt hơn nữa là alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_2 đến C_{10} , và tốt nhất là alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_4 đến C_8 . Các ví dụ khác bao gồm trong đó R^a được chọn từ metyl, etyl, n-propyl, n-butyl, n-pentyl, n-hexyl, n-heptyl, n-octyl, n-nonyl, n-dexyl, n-undexyl, n-dodexyl, n-tridexyl, n-tetradexyl, n-pentadexyl, n-hexadexyl, n-heptadexyl và n-octadexyl.

Trong các cation bao gồm nhóm R^e , R^e thích hợp được chọn từ các mạch thẳng hoặc mạch nhánh alkyl từ C_1 đến C_{10} , tốt hơn là, alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_5 , và tốt nhất là R^e là nhóm metyl.

Trong các cation bao gồm cả nhóm R^a và R^e , R^a và R^e thích hợp được chọn độc lập từ alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{30} , và một trong hai nhóm R^a và R^e có thể là hydro. Tốt hơn là, một trong số R^a và R^e có thể được chọn từ các alkyl mạch thẳng và mạch nhánh từ C_2 đến C_{20} , tốt hơn nữa là, các alkyl mạch thẳng và mạch nhánh từ C_2 đến C_{10} , và tốt nhất là các alkyl mạch thẳng và mạch nhánh từ C_4 đến C_8 , và nhóm còn lại trong R^a và R^e có thể được chọn từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{10} , các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_5 , và tốt nhất là nhóm metyl. Theo phương án ưu tiên khác, R^a và R^e có thể được chọn độc lập từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{30} và các alkoxyalkyl từ C_1 đến C_{15} .

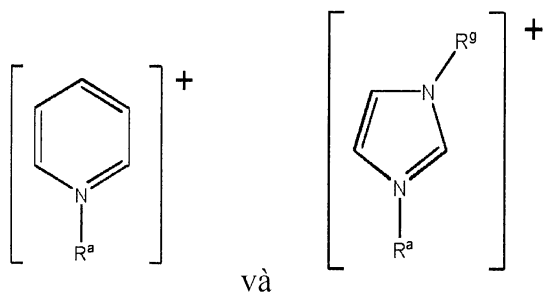
Theo các phương án ưu tiên khác, R^b , R^c , R^d , R^e , và R^f được chọn độc lập từ hydro và các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_5 , và tốt hơn là R^b , R^c , R^d , R^e , và R^f là hydro.

Theo phương án này của sáng chế, $[\text{Cat}^+]$ thích hợp bao gồm cation được chọn từ:



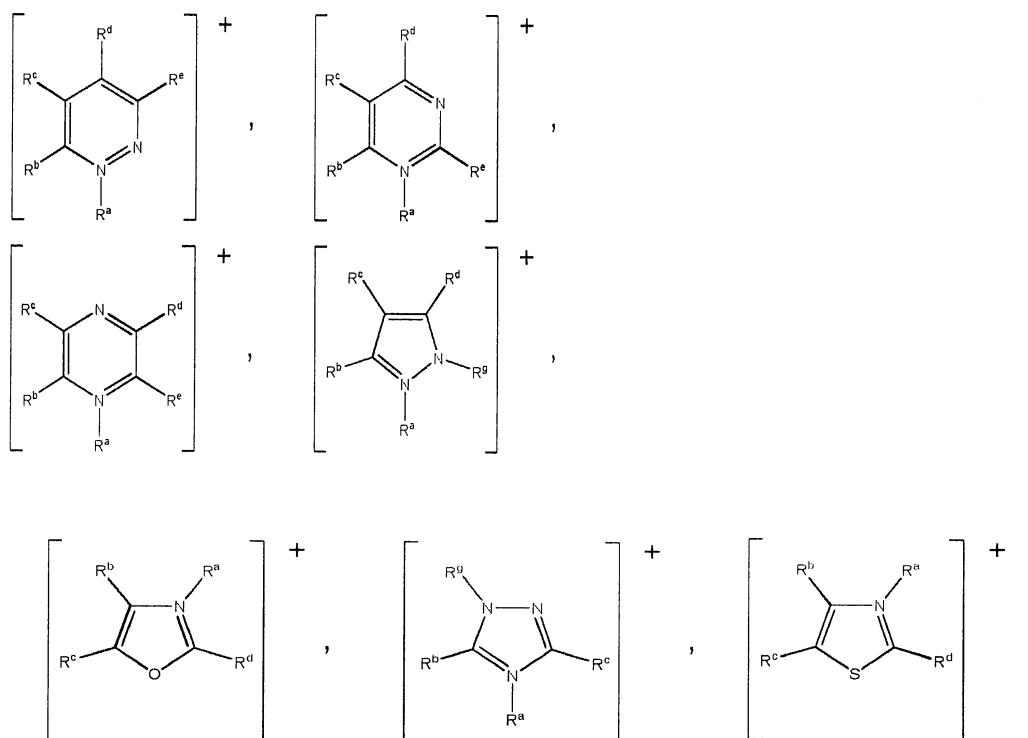
trong đó: R^a , R , R^c , R , R^e , R , và R^g như được xác định ở trên.

Tốt hơn là, $[Cat^+]$ bao gồm cation được chọn từ:



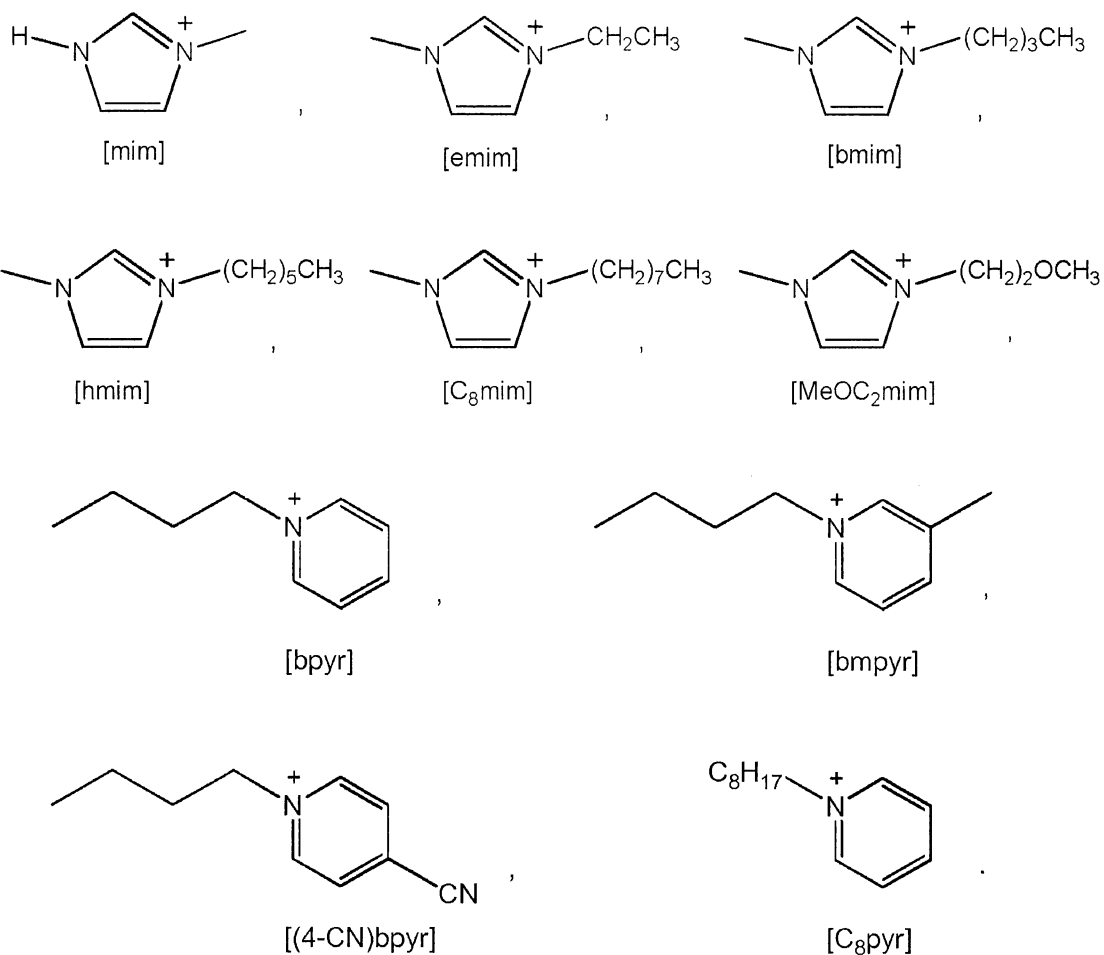
Trong đó: R^a và R^g như được xác định ở trên.

Cũng theo phương án của sáng chế, $[Cat^+]$ thích hợp có thể bao gồm cation được chọn từ:



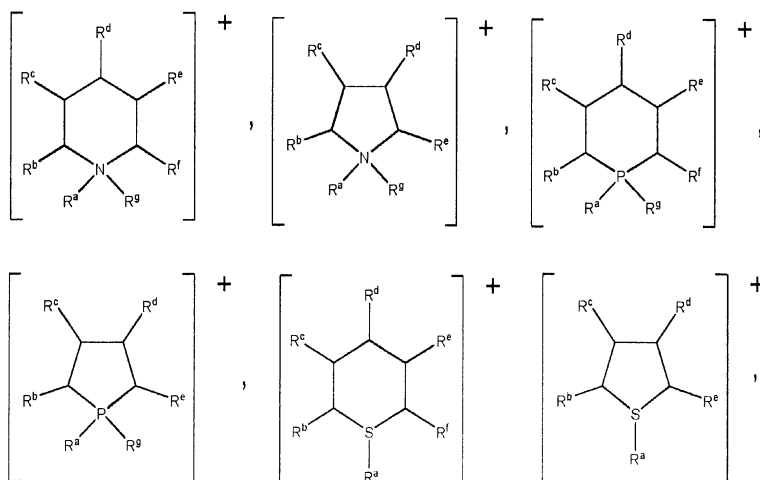
trong đó: R^a , R , R^c , R , R^e , R và R^g như được xác định ở trên.

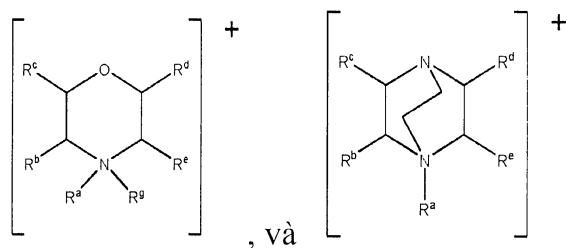
Các ví dụ cụ thể về các cation dị vòng thơm chứa nitơ được ưu tiên có thể được sử dụng theo sáng chế bao gồm:



Theo phương án ưu tiên khác của sáng chế, [Cat⁺] bao gồm cation dị vòng no được chọn từ ammon vòng, 1,4-diazabicyclo[2.2.2]octan, morpholin, phosphon vòng, piperazin, piperidin, quinuclidin, và sulfoni vòng.

Tốt hơn là, [Cat⁺] bao gồm cation dị vòng no có công thức:

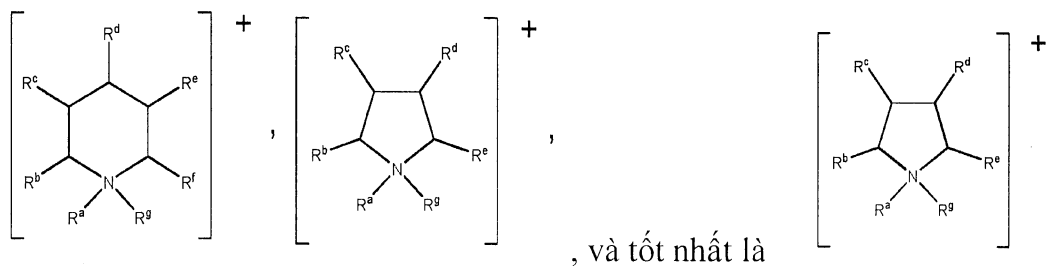




, và

Trong đó: R^a , R^b , R^c , R^d , R^e , R^f , và R^g như được xác định ở trên.

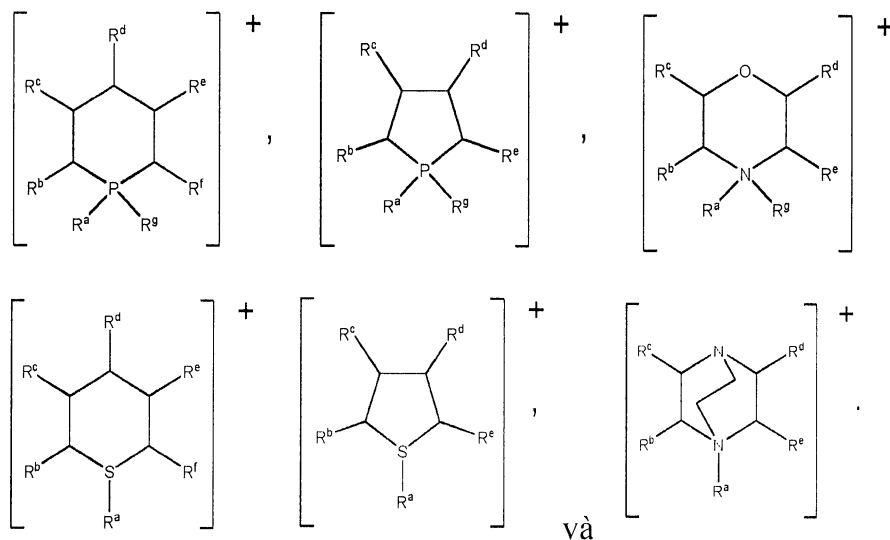
Tốt hơn nữa là, $[Cat^+]$ bao gồm cation dị vòng no có công thức:



, và tốt nhất là

trong đó: R^a , R^b , R^c , R^d , R^e , R^f , và R^g như được xác định ở trên.

Cũng theo phương án này của sáng chế, $[Cat^+]$ thích hợp bao gồm cation dị vòng no được chọn từ:



và

Trong các cation dị vòng no nêu trên, R^a thích hợp được chọn từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{30} , tốt hơn là các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_2 đến C_{20} , tốt hơn nữa là, các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_2 đến C_{10} , và tốt nhất là các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_2 đến C_{10} . Các ví dụ khác bao gồm trong đó R^a được chọn từ metyl, etyl, n-propyl, n-butyl, n-pentyl, n-hexyl, n-heptyl, n-octyl, n-nonyl, n-dexyl, n-undexyl, n-dodexyl, n-tridexyl, n-tetradexyl, n-pentadexyl, n-hexadexyl, n-heptadexyl và n-octadexyl.

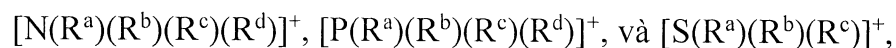
Trong các cation dị vòng no bao gồm nhóm R^e , R^g thích hợp được chọn từ alkyl

từ C₁ đến C₃₀ mạch thẳng hoặc mạch nhánh, tốt hơn là, các alkyl từ C₁ đến C₈ mạch thẳng hoặc mạch nhánh, và tốt hơn là R^g là nhóm metyl.

Trong các cation dị vòng no bao gồm cả nhóm R^a và nhóm R^g, R^a và R^g thích hợp được chọn độc lập từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₃₀ và một nhóm trong số R^a và R^g có thể là hydro. Tốt hơn là, một nhóm trong số R^a và R^g có thể được chọn từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₂ đến C₂₀, tốt hơn nữa là các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₂ đến C₁₀, và tốt nhất là từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₄ đến C₈, và nhóm còn lại trong số R^a và R^g có thể được chọn từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₁₀, tốt hơn là các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₅, và tốt nhất là nhóm metyl. Theo phương án ưu tiên khác, mỗi nhóm trong số R^a và R^g có thể được chọn độc lập, nếu có, từ các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₃₀ và các alkoxyalkyl từ C₁ đến C₁₅.

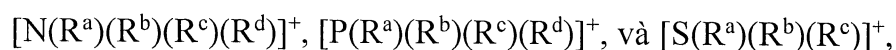
Theo các phương án ưu tiên khác, R^b, R^c, R^d, R^e, và R^f được chọn độc lập từ hydro và các alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₅, và tốt hơn là, R^b, R^c, R^d, R^e, và R^f là hydro.

Theo phương án ưu tiên khác nữa của sáng chế, [Cat⁺] bao gồm cation không vòng được chọn từ:



trong đó: mỗi nhóm trong số R^a, R^b, R^c, và R^d được chọn độc lập từ các nhóm alkyl từ C₁ đến C₃₀, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, các nhóm từ C₃ đến C₈, hoặc các nhóm aryl C₆ đến C₁₀; và trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl nói trên không thể hoặc được thế bởi một trong ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C₁ đến C₆, alkoxyalkoxy từ C₂ đến C₁₂, xycloalkyl từ C₃ đến C₈, aryl từ C₆ đến C₁₀, alkaryl từ C₇ đến C₁₀, aralkyl từ C₇ đến C₁₀, -CN, -OH, -SH, -NO₂, -CO₂R^x, -OC(O)R^x, -C(O)R^x, -C(S)R^x, -CS₂R^x, -SC(S)R^x, -S(O) alkyl (từ C₁ đến C₆), -S(O)O alkyl (từ C₁ đến C₆), -OS(O) alkyl (từ C₁ đến C₆), -S alkyl (từ C₁ đến C₆), -S-S alkyl (từ C₁ đến C₆), -NR^xC(O)NR^yR^z, -NR^xC(O)OR^y, -OC(O)NR^yR^z, -NR^xC(S)OR^y, -OC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)SR^y, -SC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)NR^yR^z, -C(O)NR^yR^z, -C(S)NR^yR^z, -NR^yR^z, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x, R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C₁ đến C₆.

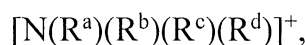
Tốt hơn là, [Cat⁺] chứa cation được chọn từ:



trong đó: R^a , R^b , R^c , và R^d được chọn độc lập từ nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_5 , nhóm xycloalkyl từ C_3 đến C_6 , hoặc nhóm aryl C_6 ; và trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl nói trên không thể hoặc có thể được thế bởi từ một đến ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C_1 đến C_6 , alkoxyalkoxy từ C_2 đến C_{12} , xycloalkyl từ C_3 đến C_8 , aryl từ C_6 đến C_{10} , alkaryl từ C_7 đến C_{10} , aralkyl từ C_7 đến C_{10} , $-\text{CN}$, $-\text{OH}$, $-\text{SH}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{CO}_2\text{R}^x$, $-\text{OC(O)}\text{R}^x$, $-\text{C(O)}\text{R}^x$, $-\text{C(S)}\text{R}^x$, $-\text{CS}_2\text{R}^x$, $-\text{SC(S)}\text{R}^x$, $-\text{S(O)}\text{ alkyl}$ (từ C_1 đến C_6), $-\text{S(O)O alkyl}$ (từ C_1 đến C_6), $-\text{OS(O) alkyl}$ (từ C_1 đến C_6), $-\text{S alkyl}$ (từ C_1 đến C_6), $-\text{S-S alkyl}$ (từ C_1 đến C_6), $-\text{NR}^x\text{C(O)NR}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^x\text{C(O)OR}^y$, $-\text{OC(O)N R}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^x\text{C(S)OR}^y$, $-\text{OC(S)N R}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^x\text{C(S)SR}^y$, $-\text{SC(S)NR}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^x\text{C(S)NR}^y\text{R}^z$, $-\text{C(O)NR}^y\text{R}^z$, $-\text{C(S)NR}^y\text{R}^z$, $-\text{NR}^y\text{R}^z$, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x , R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C_1 đến C_6 .

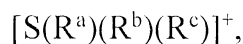
Các ví dụ khác bao gồm trong đó R^a , R^b , R^c và R^d được chọn độc lập từ metyl, etyl, n-propyl, n-butyl, n-pentyl, n-hexyl, n-heptyl, n-octyl, n-nonyl, n-dexyl, n-undexyl, n-dodexyl, n-tridexyl, n-tetradexyl, n-pentadexyl, n-hexadexyl, n-heptadexyl và n-octadexyl. Tốt hơn là hai hoặc nhiều hơn, và tốt nhất là ba hoặc nhiều hơn trong số R^a , R^b , R^c và R^d được chọn từ metyl, etyl, propyl và butyl.

Tốt hơn nữa là, $[\text{Cat}^+]$ chứa cation được chọn từ:



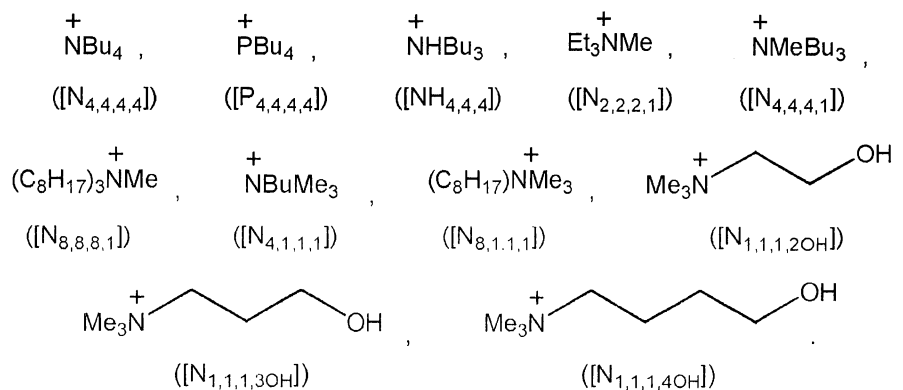
trong đó: R^a , R^b , R^c , và R^d như được xác định ở trên.

Theo phương án ưu tiên khác, $[\text{Cat}^+]$ thích hợp bao gồm cation được chọn từ:



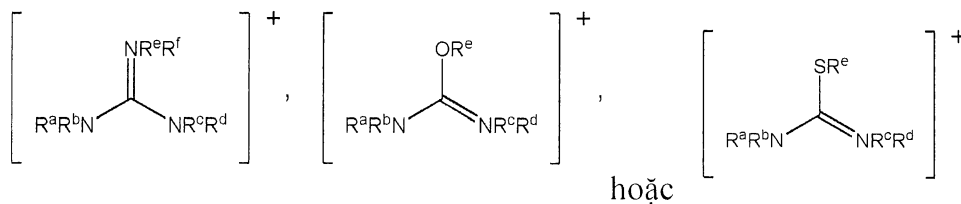
trong đó: R^a , R^b , R^c , và R^d như được xác định ở trên.

Các ví dụ cụ thể về các cation ammoni và phosphoni thích hợp để sử dụng theo sáng chế bao gồm:



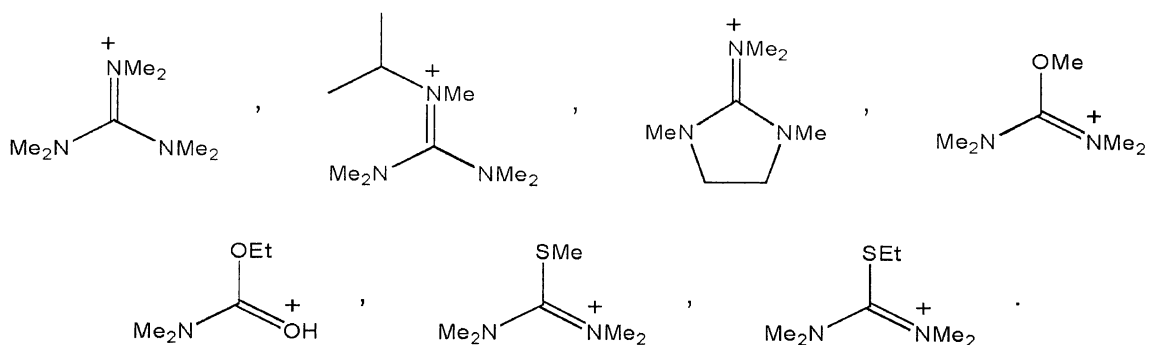
Theo phương án khác của sáng chế, $[\text{Cat}^+]$ bao gồm cation được chọn từ

guanidin, guanidin vòng, uroni, uroni vòng, thiuroni và thiuroni vòng. Tốt hơn là, [Cat⁺] bao gồm cation có công thức:



trong đó: R^a, R^b, R^c, R^d, R^e, và R^f được chọn độc lập từ nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₃₀, nhóm xycloalkyl từ C₃ đến C₈, hoặc nhóm aryl từ C₆ đến C₁₀, hoặc hai nhóm bất kỳ trong số R^a, R^b, R^c, và R^d, được liên kết với các nguyên tử nitơ khác nhau tạo ra chuỗi metylen -(CH₂)_q- trong đó q bằng từ 2 đến 5; trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl nói trên hoặc chuỗi metylen nói trên không được thế hoặc có thể được thế bởi từ một đến ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C₁ đến C₆, alkoxyalkoxy từ C₂ đến C₁₂, xycloalkyl từ C₃ đến C₈, aryl từ C₆ đến C₁₀, alkaryl từ C₇ đến C₁₀, aralkyl từ C₇ đến C₁₀, -CN, -OH, -SH, -NO₂, -CO₂R^x, -OC(O)R^x, -C(O)R^x, -C(S)R^x, -CS₂R^x, -SC(S)R^x, -S(O) alkyl (từ C₁ đến C₆), -S(O)O alkyl (từ C₁ đến C₆), -OS(O) alkyl (từ C₁ đến C₆), -S alkyl (từ C₁ đến C₆), -S-S alkyl (từ C₁ đến C₆), -NR^xC(O)NR^yR^z, -NR^xC(O)OR^y, -OC(O)NR^yR^z, -NR^xC(S)OR^y, -OC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)SR^y, -SC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)NR^yR^z, -C(O)NR^yR^z, -C(S)NR^yR^z, -NR^yR^z, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x, R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C₁ đến C₆.

Các ví dụ về các cation guanidin, uroni, và thiuroni thích hợp để sử dụng theo sáng chế bao gồm:



Theo phương án ưu tiên khác, [Cat⁺] bao gồm cation chứa lưu huỳnh hoặc selen giàu điện tử. Các ví dụ bao gồm các cation như được xác định ở trên bao gồm các nhóm thế thiol, thioete, hoặc disulfua.

Theo sáng chế, [X⁻] có thể bao gồm một hoặc nhiều anion được chọn từ các

halide, perhalide, giả halide, sulphat, sulphit, sulfonat, sulfonimit, phosphat, phosphit, phosphonat, methid, borat, cacboxylat, azolat, cacbonat, cacbamat, thiophosphat, thiocacboxylat, thiocacbamat, thiocacbonat, xanthat, thiosulfonat, thiosulfat, nitrat, nitrit, perclorat, halometallat, axit amin và borat.

Do đó, $[X^-]$ có thể là một hoặc nhiều anion được chọn từ:

- anion halide được chọn từ: F^- , Cl^- , Br^- , I^- ;
- anion perhalide được chọn từ: $[I_3]^-$, $[I_2Br]^-$, $[IBr_2]^-$, $[Br_3]^-$, $[Br_2C]^-$, $[BrCl_2]^-$, $[I-Cl_2]^-$, $[I_2Cl]^-$, $[Cl_3]^-$;
- anion giả halide được chọn từ: $[N_3]^-$, $[NCS]^-$, $[NCSe]^-$, $[NCO]^-$, $[CN]^-$;
- anion sulphat được chọn từ: $[HSO_4]^-$, $[SO_4]^{2-}$, $[R^2OSO_2O]^-$;
- anion sulphit được chọn từ: $[HSO_3]^-$, $[SO_3]^{2-}$, $[R^2OSO_2]^-$;
- anion sulfonat được chọn từ: $[R^1SO_2O]^-$;
- anion sulfonimit được chọn từ: $[(R^1SO_2)_2N]^-$;
- anion phosphat được chọn từ: $[H_2PO_4]^-$, $[HPO_4]^{2-}$, $[PO_4]^{3-}$, $[R^2OPO_3]^{2-}$, $[(R^2O)_2PO_2]^-$;
- anion phosphit được chọn từ: $[H_2PO_3]^-$, $[HPO_3]^{2-}$, $[R^2OPO_2]^{2-}$, $[(R^2O)_2PO]^-$;
- anion phosphonat được chọn từ: $[R^1PO_3]^{2-}$, $[R^1P(O)(OR^2)O]^-$;
- anion methid được chọn từ: $[(R^1SO_2)_3C]^-$;
- anion borat được chọn từ: [bisoxalatoborat], [bismalonatoborat];
- anion cacboxylat được chọn từ: $[R^2CO_2]^-$;
- anion azolat được chọn từ: [3,5-dinitro-1,2,4-triazolat], [4-nitro-1,2,3-triazolat], [2,4-dinitroimidazolat], [4,5-dinitroimidazolat], [4,5-dixyanoimidazolat], [4-nitroimidazolat], [tetrazolat];
- anion chứa lưu huỳnh được chọn từ: thiocacbonat (ví dụ $[R^2OCS_2]^-$); thiocacbamat (ví dụ $[R^2_2NCS_2]^-$); thiocacboxylat (ví dụ $[R^1CS_2]^-$); thiophosphat (ví dụ $[(R^2O)_2PS_2]^-$); thiosulfonat (ví dụ $[RS(O)_2S]^-$); và thiosulfat (ví dụ $[ROS(O)_2S]^-$); và
- anion nitrat ($[NO_3]^-$) hoặc anion nitrit ($[NO_2]^-$);

trong đó: R^1 và R^2 được chọn độc lập từ nhóm gồm có alkyl ($C_1 - C_{10}$), aryl (C_6), alkyl ($C_1 - C_{10}$) aryl (C_6), và aryl (C_6) alkyl ($C_1 - C_{10}$), mỗi nhóm có thể được thế bởi một hoặc nhiều nhóm được chọn từ: flo, clo, brom, iot, alkoxy ($C_1 - C_6$), alkoxyalkoxy ($C_2 - C_{12}$), xycloalkyl ($C_3 - C_8$), aryl ($C_6 - C_{10}$), alkaryl ($C_7 - C_{10}$), aralkyl ($C_7 - C_{10}$), -CN, -

OH, -SH, -NO₂, -CO₂R^x, -OC(O)R^x, -C(O)R^x, -C(S)R^x, -CS₂R^x, -SC(S)R^x, -S(O)alkyl (C₁ - C₆), -S(O)O alkyl (C₁ - C₆), -OS(O)alkyl(C₁ - C₆), -S alkyl (C₁ - C₆), -S-S alkyl (C₁ - C₆), -NR^xC(O)NR^yR^z, -NR^xC(O)OR^y, -OC(O)NR^yR^z, -NR^xC(S)OR^y, -OC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)SR^y, -SC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)NR^yR^z, -C(O)NR^yR^z, -C(S)NR^yR^z, -NR^yR^z, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x, R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl (C₁ - C₆), và trong đó R¹ cũng có thể là flo, clo, brom hoặc iot.

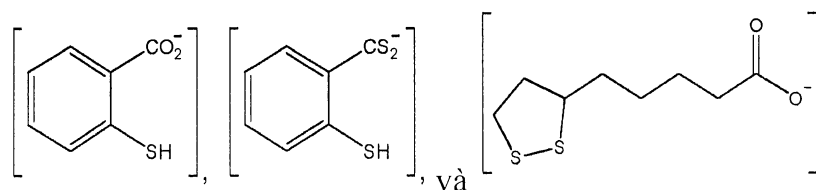
Theo một phương án ưu tiên, [X⁻] bao gồm anion halide hoặc perhalide được chọn từ: [F]⁻, [Cl]⁻, [Br]⁻, [I]⁻, [I₃]⁻, [I₂Br]⁻, [IBr₂]⁻, [Br₃]⁻, [Br₂Cl]⁻, [BrCl₂]⁻, [ICl₂]⁻, [I₂Cl]⁻, [Cl₃]⁻. Tốt hơn là, [X⁻] bao gồm anion halide hoặc perhalide được chọn từ: [F]⁻, [Cl]⁻, [Br]⁻, [I]⁻, [I₂Br]⁻, [IBr₂]⁻, [Br₂Cl]⁻, [BrCl₂]⁻, [ICl₂]⁻, [I₂Cl]⁻.

Theo phương án ưu tiên khác, [X⁻] bao gồm anion chứa oxy được chọn từ: [NO₃]⁻, [NO₂]⁻, [H₂PO₄]⁻, [HPO₄]²⁻, [PO₄]³⁻, [R²OPO₃]²⁻, [(R²O)₂PO₂]⁻, [H₂PO₃]⁻, [HPO₃]²⁻, [R²OPO₂]²⁻, [(R²O)₂PO]⁻, [R¹PO₃]²⁻, [R¹P(O)(OR²)O]⁻, trong đó R¹ và R² được xác định như trên. Các ví dụ khác về anion trong trường hợp này bao gồm: [MeOPO₃]²⁻, [EtOPO₃]²⁻, [(MeO)₂PO₂]⁻, [(EtO)₂PO₂]⁻, [MePO₃]²⁻, [EtPO₃]²⁻, [MeP(O)(OMe)O]⁻, [EtP(O)(OEt)O]⁻.

Theo phương án ưu tiên khác, [X⁻] bao gồm anion cacboxylat được chọn từ [R²CO₂]⁻, trong đó R² được xác định như trên. Các ví dụ khác về các anion trong trường hợp này bao gồm: [HCO₂]⁻, [MeCO₂]⁻, [EtCO₂]⁻, [CH₂(OH)CO₂]⁻, [CH₃CH(OH)CH₂CO₂]⁻, [PhCO₂]⁻, salicylat, alaninat, argininat, asparaginat, aspartat, cysteinat, glutamat, glutaminat, glyxinat, histidinat, isoleuxinat, leuxinat, lysinat, metioninat, phenylalaninat, prolinat, serinat, threoninat, tryptophanat, tyrosinat, valinat, N-metyl glyxinat, 2-aminobutytrat, 2-aminoisobutytrat, 2-amino-4-aminooxybutytrat, 2-(metylguanidino)-etanoat, 2-pyrolidon-5-cacboxylat, piperidin-2-cacboxylat, và 1-piperidinpropionat.

Theo phương án ưu tiên khác, [X⁻] bao gồm anion chứa lưu huỳnh hoặc selen giàu điện tích. Các ví dụ bao gồm: các anion như được xác định ở trên bao gồm các nhóm thế thiol, thioete, hoặc disulfua, [NCS]⁻, [NCSe]⁻, [R²OCS₂]⁻, [R²₂NCS₂]⁻, [R¹CS₂]⁻, [(R²O)₂PS₂]⁻, [R¹S(O)₂S]⁻ và [R²OS(O)₂S]⁻, trong đó R¹ và R² được xác định như trên. Các ví dụ khác về các anion trong trường hợp này bao gồm: [CH₂(SH)CO₂]⁻, [CH₃CH₂(SH)CO₂]⁻, [CH₃CS₂]⁻, [CH₃CH₂CS₂]⁻, [PhCS₂]⁻, [(MeO)₂PS₂]⁻, [(EtO)₂PS₂]⁻,

$[(\text{PhO})_2\text{PS}_2]^-$, $[(\text{CH}_3)_2\text{NCS}_2]^-$, $[(\text{CH}_3\text{CH}_2)_2\text{NCS}_2]^-$, $[\text{Ph}_2\text{NCS}_2]^-$, $[\text{CH}_3\text{OCS}_2]^-$,
 $[\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OCS}_2]^-$, $[\text{PhOCS}_2]^-$,



Theo phương án ưu tiên khác, $[\text{X}^-]$ bao gồm anion chứa lưu huỳnh được chọn từ các anion sulphat ($[\text{HSO}_4]^-$, $[\text{SO}_4]^{2-}$, $[\text{R}^2\text{OSO}_2\text{O}]^-$), các anion sulphit ($[\text{HSO}_3]^-$, $[\text{SO}_3]^{2-}$, $[\text{R}^2\text{OSO}_2]^-$) và các anion sulfonat ($[\text{R}^1\text{SO}_2\text{O}]^-$). Các ví dụ về các anion trong trường hợp này bao gồm: $[\text{FSO}_2\text{O}]^-$, $[\text{CF}_3\text{SO}_2\text{O}]^-$, $[\text{MeSO}_2\text{O}]^-$, $[\text{PhSO}_2\text{O}]^-$, $[\text{4-MeC}_6\text{H}_4\text{SO}_2\text{O}]^-$, $[\text{dioctylsulfosuccinat}]^-$, $[\text{MeOSO}_2\text{O}]^-$, $[\text{EtOSO}_2\text{O}]^-$, $[\text{C}_8\text{H}_{17}\text{OSO}_2\text{O}]^-$, và $[\text{MeOSO}_2]^-$, $[\text{PhOSO}_2]^-$.

Theo phương án ưu tiên khác, $[\text{X}^-]$ bao gồm anion được flo hóa được chọn từ: $[\text{BF}_4]^-$, $[\text{CF}_3\text{BF}_3]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{BF}_3]^-$, $[\text{PF}_6]^-$, $[\text{CF}_3\text{PF}_5]^-$, $[\text{CF}_3\text{CF}_2\text{PF}_5]^-$, $[(\text{CF}_3\text{CF}_2)_2\text{PF}_4]^-$; và $[(\text{CF}_3\text{CF}_2)_3\text{PF}_3]^-$. Tuy nhiên, các anion flo hóa kiểu này tương ít được ưu tiên so với các kiểu anion đã được bộc lộ ở trên.

Sáng chế không bị giới hạn ở các chất lỏng ion bao gồm các anion và các cation bậc một. Do đó, công thức $[\text{Cat}^+][\text{X}^-]$ được dự định bao gồm cả các chất lỏng ion bao gồm, ví dụ, các anion và/hoặc cation bậc hai, bậc ba và bậc bốn. Do đó, đương lượng $[\text{Cat}^+]$ và $[\text{X}^-]$ trong chất lỏng ion không cố định mà có thể được thay đổi theo số cation và anion bậc cao. Ví dụ, công thức $[\text{Cat}^+][\text{X}^-]$ cần được hiểu là bao gồm cả các chất lỏng ion có công thức $[\text{Cat}^+]_2[\text{X}^{2-}]$; $[\text{Cat}^{2+}][\text{X}^-]_2$; $[\text{Cat}^{2+}][\text{X}^{2-}]$; $[\text{Cat}^+]_3[\text{X}^{3-}]$; $[\text{Cat}^{3+}][\text{X}^-]_3$ và v.v..

Cũng có thể đánh giá rằng sáng chế không hạn chế ở các chất lỏng ion bao gồm các cation đơn và anion đơn. Do đó, $[\text{Cat}^+]$ có thể, theo các phương án nhất định, có hai hoặc nhiều cation, chẳng hạn như hỗn hợp 1,3-dimetylimidazol, 1-etyl-3-metylimidazol và 1-3-dietylimidazol. Tương tự, $[\text{X}^-]$ có thể, theo các phương án nhất định, có hai hoặc nhiều anion, chẳng hạn như hỗn hợp chứa tribromit ($[\text{Br}_3]^-$) và bishthflimid ($[\text{N}(\text{SO}_2\text{CF}_3)_2]^-$).

Các chất lỏng ion để sử dụng theo sáng chế thích hợp là có điểm sôi là 250°C hoặc thấp hơn, tốt hơn là 150°C hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là 100°C hoặc thấp hơn, tốt hơn nữa là 80°C hoặc thấp hơn, và tốt nhất là, chất lỏng ion có điểm sôi thấp hơn 30°C . Tuy nhiên, hoặ chất bất kỳ đáp ứng tiêu chuẩn là muối (gồm có cation và anion) và là

chất lỏng ở nhiệt độ và áp suất hoạt động của quy trình, hoặc tồn trong trạng thái lỏng trong bất kỳ giai đoạn nào của phản ứng, có thể được xác định như là chất lỏng ion với mục đích của sáng chế. Tốt nhất là, chất lỏng ion được chọn để về cơ bản không trộn lẫn được với dòng hydrocacbon, cụ thể trong dòng hydrocacbon chứa hydrocacbon lỏng.

Chất lỏng ion tốt hơn là được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân ở nhiệt độ từ -80°C đến 200°C , tốt hơn là từ -20°C đến 150°C , tốt hơn nữa là từ 15°C đến 100°C , và tốt nhất là từ 15°C đến 40°C . Chất lỏng ion và nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân có thể được cho tiếp xúc ở áp suất khí quyển (xấp xỉ 100 kPa), mặc dù áp suất cao hơn hoặc thấp hơn áp suất khí quyển có thể được sử dụng nếu muốn. Ví dụ, quy trình có thể được diễn ra ở áp suất từ 10 kPa đến 10000 kPa, tốt hơn là từ 20 kPa đến 1000 kPa, tốt hơn nữa là từ 50 đến 200 kPa, và tốt nhất là từ 80 đến 120 kPa.

Tuy nhiên, như được lưu ý ở trên, chất lỏng ion phải ở trạng thái lỏng ở nhiệt độ và áp suất hoạt động của quy trình theo sáng chế. Do đó, phạm vi nhiệt độ và áp suất hoạt động nêu trên có thể, trong một số trường hợp, còn được giới hạn bởi phạm vi áp suất và nhiệt độ trong đó chất lỏng ion được chọn ở dạng lỏng.

Thông thường, tiết kiệm nhất là cho tiếp xúc chất lỏng ion và nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân mà không áp dụng nhiệt, và các dòng sản phẩm tinh chế có thể thường được xử lý ở nhiệt độ mà tại đó chúng tách ra khỏi thiết bị tinh chế, thường lên đến 100°C .

Chất lỏng ion và dòng hydrocacbon chứa thủy ngân thích hợp được cho tiếp xúc với nhau ở tỷ lệ thể tích hydrocacbon:chất lỏng ion là từ 1 :1 đến 10.000:1, tốt hơn là từ 20:1 đến 10.000:1, tốt hơn là từ 100:1 đến 10.000:1 và tốt nhất là từ 1000:1 đến 10.000:1. Thông thường, thể tích chất lỏng ion so với lượng hydrocacbon nhỏ hơn được ưu tiên do điều này giúp ngăn sự tạo thành nhũ tương.

Theo phương án ưu tiên khác, tỷ lệ thể tích chất lỏng ion:hydrocacbon được chọn sao cho nằm trong phạm vi từ 1 đến 10.000 mol, tốt hơn là từ 1 đến 1000 mol, tốt hơn nữa là từ 1 đến 100 mol, tốt hơn nữa là từ 1 đến 10 mol, và tốt nhất là từ 1 đến 5 mol chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân trên mỗi mol thủy ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân.

Theo quy trình của sáng chế, chất lỏng ion chiết tách ít nhất 60% trọng lượng

thuỷ ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân. Tốt hơn là, chất lỏng ion chiết tách ít nhất 70% trọng lượng, tốt hơn nữa là ít nhất 80% trọng lượng, tốt hơn nữa là ít nhất 90% trọng lượng, tốt hơn nữa là ít nhất 95% trọng lượng, và tốt nhất là lớn hơn 99% trọng lượng thuỷ ngân có trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân.

Do đó, theo quy trình theo sáng chế, sản phẩm dòng hydrocacbon có thể thu được chứa 10% hoặc ít hơn lượng thuỷ ngân có trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân ban đầu. Tốt hơn là, sản phẩm dòng hydrocacbon chứa 5% hoặc ít hơn lượng thuỷ ngân có trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân ban đầu, và tốt nhất là sản phẩm dòng hydrocacbon chứa 1% hoặc ít hơn lượng thuỷ ngân có trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân ban đầu. Thích hợp là nồng độ thuỷ ngân trong sản phẩm dòng hydrocacbon theo quy trình theo sáng chế là nhỏ hơn 50 ppb, tốt hơn là nhỏ hơn 10 ppb, và tốt nhất là nhỏ hơn 5 ppb.

Chất lỏng ion và dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân có thể được cho tiếp xúc với nhau bằng các quy trình liên tục hoặc các quy trình theo đợt. Thiết bị tiếp xúc lỏng-lỏng hoặc khí-lỏng thông thường bất kỳ có thể được sử dụng theo sáng chế. ví dụ, chất lỏng ion và dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân có thể được cho tiếp xúc với nhau sử dụng thiết bị tiếp xúc lỏng-lỏng ngược dòng, thiết bị tiếp xúc lỏng-lỏng xuôi dòng, thiết bị tiếp xúc khí-lỏng ngược dòng, thiết bị tiếp xúc khí-lỏng xuôi dòng, thiết bị tiếp xúc lỏng-lỏng theo đợt, hoặc thiết bị tiếp xúc khí-lỏng theo đợt.

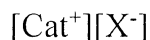
Theo phương án khác, chất lỏng ion có thể được hỗ trợ trên chất mang rắn xốp trước khi được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân. Chất mang rắn thích hợp để sử dụng theo phương án này của sáng chế bao gồm silica alumin, silica-alumin, và cacbon hoạt tính. Thông thường, các chất lỏng ion được hỗ trợ để sử dụng theo phương án này của sáng chế chứa từ 50% đến 1 % trọng lượng chất lỏng ion, và tốt hơn là từ 20% đến 1% trọng lượng chất lỏng ion.

Ngoài ra, quy trình có thể được lặp lại trên nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân tương tự trong một chuỗi các bước tiếp xúc, ví dụ, từ hai đến mười bước, để đạt được sự giảm liên tục lượng thuỷ ngân trong sản phẩm dòng hydrocacbon ở mỗi bước.

Chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân trong thời gian đủ để có thể ít nhất một phần thuỷ ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân chuyển sang pha chất lỏng ion. Khoảng thời gian thích hợp là từ 1 đến 60 phút và tốt hơn là từ 2 đến 30 phút.

Quy trình theo sáng chế có thể được sử dụng cùng với các phương pháp đã biết khác để loại bỏ thủy ngân ra khỏi dòng hydrocacbon. Tuy nhiên, một ưu điểm của sáng chế là không cần xử lý sơ bộ dòng hydrocacbon để loại bỏ các tạp chất cứng trước khi vào bước loại bỏ thủy ngân.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất quy trình điều chế dung dịch chứa thủy ngân, bao gồm cho dòng hydrocacbon chứa thủy ngân tiếp xúc với chất lỏng ion có công thức:

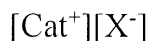


trong đó $[\text{Cat}^+]$ là cation, và $[\text{X}^-]$ là anion.

Theo phương án này của sáng chế, $[\text{Cat}^+]$ có thể là cation của chất lỏng ion bất kỳ được mô tả ở trên, và các cation được mô tả như được ưu tiên ở trên cũng được ưu tiên trong phương án này của sáng chế. Tương tự, $[\text{X}^-]$ theo phương án này của sáng chế có thể là anion của chất lỏng ion bất kỳ được mô tả ở trên, và các anion được mô tả như được ưu tiên ở trên cũng được ưu tiên trong phương án này của sáng chế.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất quy trình loại bỏ cadmi và/hoặc chì ra khỏi dòng hydrocacbon chứa cadmi và/hoặc chì bao gồm các bước:

(i) cho nguồn dòng hydrocacbon chứa cadmi và/hoặc chì tiếp xúc với chất lỏng ion có công thức:



trong đó $[\text{Cat}^+]$ là một hoặc nhiều cation và $[\text{X}^-]$ là một hoặc nhiều anion; và

(ii) tách từ sản phẩm chất lỏng ion dòng hydrocacbon có lượng cadmi và/hoặc chì đã được giảm xuống so với nguồn dòng hydrocacbon chứa cadmi và/hoặc chì ban đầu.

Theo phương án này của sáng chế, $[\text{Cat}^+]$ có thể là cation của chất lỏng ion bất kỳ được mô tả ở trên, và các cation được mô tả như được ưu tiên ở trên cũng được ưu tiên trong phương án này của sáng chế. Tương tự, $[\text{X}^-]$ theo phương án này của sáng chế có thể là anion của chất lỏng ion bất kỳ được mô tả ở trên, và các anion được mô tả như được ưu tiên ở trên cũng được ưu tiên trong phương án này của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây sáng chế sẽ được mô tả chi tiết thông qua các ví dụ.

Loại bỏ thủy ngân ra khỏi khí tự nhiên ngưng tụ

Trong quy trình thử nghiệm, khối lượng khí tự nhiên ngưng tụ (Natural Gas

Condensate - NGC) và chất lỏng ion bằng nhau được khuấy trong thời gian 4 giờ ở nhiệt độ 25 °C. Sau đó dừng khuấy và chất lỏng ion được tách ra ở pha có tỷ trọng thấp hơn và hỗn hợp được để yên trong thời gian 15 giờ để đảm bảo cân bằng. Nhiều mẫu từ các pha ngưng tụ (30 mg mỗi mẫu) được lấy ra mà không làm xáo trộn bề mặt tiếp xúc lỏng-lỏng và lượng thủy ngân tổng cộng được xác định sử dụng bộ phân tích nhiệt phân Milestone DMA-80/AA. Lượng thủy ngân xác định được thể hiện ở đơn vị microgam trên kilogam với độ lệch chuẩn trong hai lần đo nằm trong ngoặc.

Sau khi khí tự nhiên ngưng tụ tiếp xúc với tất cả các chất lỏng ion được mô tả ở trên, lượng thủy ngân trong khí tự nhiên ngưng tụ được giảm xuống dưới 14 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ trừ trường hợp tiếp xúc với 1-etyl-3-metylimidazol etylsulfat.

Ví dụ 1 : 1-butyl-3-metylimidazol bis(triflometan)sulfonimit

NGC (4,1g) được trộn với 1 -butyl-3-metylimidazol bis(triflometan)sulfonimit (4,1g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 7 (3) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC đối chứng chứa 99 (10) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 2: 1 -butyl-3-metylimidazol clodibromit

NGC (4,2 g) được trộn với 1 -butyl-3-metylimidazol clodibromit (4,2 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 11 (9) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC đối chứng chứa 99 (10) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 3: 1-etyl-3-metylimidazol etylsulfat

NGC (4,1 g) được trộn với 1-etyl-3-metylimidazol etylsulfat (4,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 73 (13) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC đối chứng chứa 99 (10) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 4: 1-hexyl-3-metylimidazol bis(triflometan)sulfonimit

NGC (2,0 g) được trộn với 1 -hexyl-3-metylimidazol bis(triflometan)sulfonimit (2,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 4 (1) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC đối chứng chứa 99 (10) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 5: 1-butyl-4-xyanopyridin bis(triflometan)sulfonimit

NGC (2,0 g) được trộn với 1 -butyl-4-xyanopyridin bis(triflometan)sulfonimit (2,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 7 (5) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC đối chứng chứa 99 (10) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 6: 1 -butyl-3-metylimidazol dietyldithiophosphat

NGC (4,0 g) được trộn với 1-butyl-3-metylimidazol dietyldithiophosphat (4,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 5 (5) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC ban đầu chứa 532 (23) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 7: 1-butyl-3-metylimidazol thioxyanat

NGC (4,0 g) được trộn với 1-butyl-3-metylimidazol thioxyanat (4,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 5 (1) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC ban đầu chứa 532 (23) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 8: 1-butyl-3-metylimidazol metoxytri(propylen glycol)sulfat

NGC (4,0 g) được trộn với 1-butyl-3-metylimidazol metoxytri(propylen glycol)sulfat (4,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 9 (4) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC ban đầu chứa 532 (23) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 9: 1 -butyl-3-metylimidazol axetat

NGC (4,0 g) được trộn với 1-butyl-3-metylimidazol axetat (4,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi ngưng tụ là 14 $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC ban đầu chứa 532 (23) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Ví dụ 10: 1-etyl-3-metylimidazol hydrogensulfat

NGC (4,0 g) được trộn với 1-etyl-3-metylimidazol hydrogensulfat (4,0 g). Lượng thủy ngân trong pha ngưng tụ sau khi tiếp xúc là 8 (5) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ so với mẫu NGC ban đầu chứa 532 (23) $\mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân.

Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan có thủy ngân nguyên tố

Trong các quy trình thử nghiệm, khối lượng dodexan đã biết mà đã được bão hoà thủy ngân trước với chất lỏng ion được khuấy với các chất lỏng ion ở nhiệt độ cố định trong một khoảng thời gian. Sau đó ngừng khuấy và chất lỏng ion được tách ra là pha nhẹ hơn và hỗn hợp được để yên trong thời gian 15 phút để đảm bảo sự phân tách giữa các pha. Nhiều mẫu từ các pha ngưng tụ (30 mg mỗi mẫu) được lấy ra mà không làm xáo trộn mặt tiếp xúc lỏng-lỏng và lượng thủy ngân được xác định sử dụng bộ phân tích thủy phân Milestone DMA-80/AA. Các lượng thủy ngân xác định được thể hiện ở đơn vị microgam trên kilogam với các độ lệch chuẩn trong hai lần thực hiện

được thể hiện trong dấu ngoặc.

Ví dụ 11: Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan với 1-butyl-3-metylimidazol thioxyanat

Dodexan (20 g) chứa $3978 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được trộn với 1-butyl-3-metylimidazol thioxyanat (2,0 g) ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 15 giờ. Lượng thủy ngân trong pha dodexan giảm xuống $20 (5) \mu\text{g.kg}^{-1}$ và lượng thủy ngân trong phần chất lỏng ion tách ra tăng lên $53143 (2830) \mu\text{g.kg}^{-1}$.

Ví dụ 12: Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan với 1-butyl-3-metylimidazol thioxyanat

Dodexan (20 g) chứa $3978 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được khuấy với 1-butyl-3-metylimidazol thioxyanat (0,2 g) ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 15 giờ. Lượng thủy ngân trong pha dodexan giảm xuống $35 (2) \mu\text{g.kg}^{-1}$, dodexan được gan và lô dodexan tiếp theo chứa $4551 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được thêm vào và được khuấy trong thời gian 18 giờ. Lượng thủy ngân trong dodexan giảm xuống $43 (4) \mu\text{g.kg}^{-1}$.

Ví dụ 13: Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan với sulfonat long não 1-metylimidazol

Dodexan (2,4 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được khuấy với sulfonat long não 1-metylimidazol (1,2 g) ở nhiệt độ 21°C trong thời gian 6 giờ. Lượng thủy ngân trong pha dodexan giảm xuống $60 \mu\text{g.kg}^{-1}$. Nồng độ thủy ngân trong pha dodexan còn lại không đổi sau khi tiếp tục khuấy trong thời gian 24 giờ.

Ví dụ 14: Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan với tributylammon lipoat

Dodexan (3,1 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được khuấy với tributylammon lipoat (2,2 g) ở nhiệt độ 21°C trong thời gian 6 giờ. Lượng thủy ngân trong pha dodexan giảm xuống $95 \mu\text{g.kg}^{-1}$. Sau khi khuấy trong thời gian 24 giờ, nồng độ thủy ngân trong pha dodexan được giảm xuống $30 \mu\text{g.kg}^{-1}$. Nồng độ thủy ngân trong pha dodexan giảm không đổi sau khi tiếp tục khuấy thêm 24 giờ.

Ví dụ 15: Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan với tricaprylmetylammon dithiobenzoat

Dodexan (4,5 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được khuấy với tricaprylmetylammon dithiobenzoat (1,2 g) ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 24 giờ. Lượng thủy ngân trong pha dodexan giảm xuống $40 \mu\text{g.kg}^{-1}$.

Ví dụ 16: Loại bỏ thủy ngân ra khỏi dodexan với tetrabutylphosphon dithiobutytrat

Dodexan (1,4 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thủy ngân được khuấy với tetrabutylphosphon dithiobutytrat (1,1 g) ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 24 giờ. Lượng

thuỷ ngân trong pha dodexan giảm xuống $190 \mu\text{g.kg}^{-1}$. Sau khi khuấy tiếp trong 24 giờ, nồng độ thuỷ ngân trong pha dodexan được giảm xuống $80 \mu\text{g.kg}^{-1}$.

Ví dụ 17: Loại bỏ thuỷ ngân ra khỏi dodexan với colin lipoat

Dodexan (3,0 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thuỷ ngân được khuấy với colin lipoat (0,9 g) ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 24 giờ. Lượng thuỷ ngân trong pha dodexan giảm xuống $290 \mu\text{g.kg}^{-1}$.

Ví dụ 18: Loại bỏ thuỷ ngân ra khỏi dodexan với 1-butyl-3-metylimidazol salicylat

Dodexan (4,0 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thuỷ ngân được trộn với 1-butyl-3-metylimidazol salicylat (2,9 g) ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 48 giờ. Lượng thuỷ ngân trong pha dodexan giảm xuống $220 \mu\text{g.kg}^{-1}$.

Ví dụ 19: Loại bỏ thuỷ ngân ra khỏi dodexan với colin dexanoat

Dodexan (3,0 g) chứa $3500 \mu\text{g.kg}^{-1}$ thuỷ ngân được khuấy với colin dexanoat (1,5 g) ở nhiệt độ 50°C trong thời gian 48 giờ. Lượng thuỷ ngân trong pha dodexan giảm xuống $270 \mu\text{g.kg}^{-1}$.

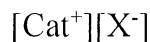
Ví dụ 20: Loại bỏ thuỷ ngân ra khỏi dodexan với 1-butyl-1-metylpyrrolidin tris(pentafluoräthyl)triflophosphat

Dodexan (1,57 g) chứa 2200 ppb thuỷ ngân nguyên tố được khuấy với 1-butyl-1-metylpyrrolidin tris(pentafluoräthyl)triflophosphat (0,53 g) ở nhiệt độ 60°C trong thời gian 24 giờ. Lượng thuỷ ngân trong pha dodexan giảm xuống 1587 ppb và lượng thuỷ ngân trong phần chất lỏng ion tách ra tăng lên 963 ppm (28 % phần thuỷ ngân đã có được chiết vào chất lỏng ion).

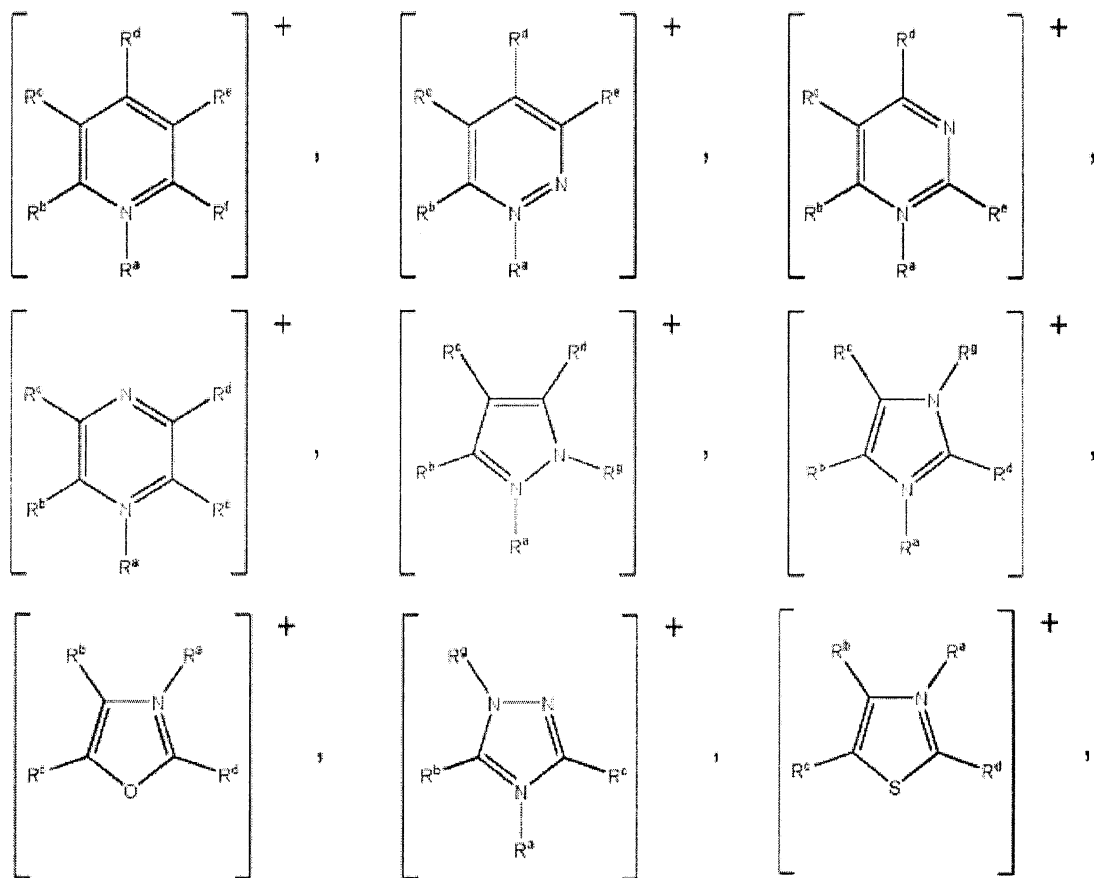
YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Quy trình loại bỏ thủy ngân ra khỏi nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân bao gồm các bước:

(i) cho nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân tiếp xúc với chất lỏng ion có công thức:



trong đó: $[\text{Cat}^+]$ là một hoặc nhiều cation, trong đó $[\text{Cat}^+]$ bao gồm các cation được chọn từ nhóm bao gồm:



trong đó: mỗi nhóm R^a , R^b , R^c , R^d , R^e , R^f và R^g được chọn độc lập từ hydro, nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{30} , nhóm xycloalkyl từ C_3 đến C_8 , hoặc nhóm aryl từ C_6 đến C_{10} , và hai nhóm bất kỳ trong số R^b , R^c , R^d , R^e và R^f được gắn với các nguyên tử cacbon cạnh nhau tạo ra chuỗi metylen $-(\text{CH}_2)_q-$ trong đó q là giá trị từ 3 đến 6; và trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl nêu trên hoặc chuỗi metylen nêu trên không được thế hoặc có thể được thế bởi từ một đến ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C_1 đến C_6 , alkoxyalkoxy từ C_2 đến C_{12} , xycloalkyl từ C_3 đến C_8 , aryl từ C_6 đến C_{10} , alkaryl từ C_7 đến C_{10} , aralkyl từ C_7 đến C_{10} , $-\text{CN}$, $-\text{OH}$, $-\text{SH}$, $-\text{NO}_2$, $-\text{CO}_2\text{R}^x$, $-\text{OC}(\text{O})\text{R}^x$, $-\text{C}(\text{O})\text{R}^x$, $-\text{C}(\text{S})\text{R}^x$, $-\text{CS}_2\text{R}^x$, $-\text{SC}(\text{S})\text{R}^x$, $-\text{S}(\text{O})\text{alkyl}$ (từ C_1

đến C₆), -S(O)O alkyl(từ C₁ đến C₆), -OS(O) alkyl(từ C₁ đến C₆), -S alkyl(từ C₁ đến C₆), -S-S alkyl(từ C₁ đến C₆), -NR^xC(O)NR^yR^z, -NR^xC(O)OR^y, -OC(O)NR^yR^z, -NR^xC(S)OR^y, -OC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)SR^y, -SC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)NR^yR^z, -C(O)NR^yR^z, -C(S)NR^yR^z, -NR^yR^z, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x, R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C₁ đến C₆; hoặc

trong đó [Cat⁺] được chọn từ nhóm bao gồm:

[N(R^a)(R^b)(R^c)(R^d)]⁺, [P(R^a)(R^b)(R^c)(R^d)]⁺ và [S(R^a)(R^b)(R^c)]⁺, và trong đó mỗi nhóm R^a, R^b, R^c và R^d được chọn độc lập từ nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C₁ đến C₃₀, nhóm xycloalkyl từ C₃ đến C₈, hoặc nhóm aryl từ C₆ đến C₁₀; và trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl nêu trên không được thế hoặc có thể được thế bởi từ một đến ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C₁ đến C₈, alkoxyalkoxy từ C₂ đến C₁₂, xycloalkyl từ C₃ đến C₆, aryl từ C₆ đến C₁₀, alkaryl từ C₇ đến C₁₀, aralkyl C₇ đến C₁₀, -CN, -OH, -SH, -NO₂, -CO₂R^x, -OC(O)R^x, -C(O)R^x, -C(S)R^x, -CS₂R^x, -SC(S)R^x, -S(O) alkyl(từ C₁ đến C₆), -S(O)O alkyl(từ C₁ đến C₆), -OS(O)alkyl (từ C₁ đến C₆), -S alkyl(từ C₁ đến C₆), -S-S alkyl(từ C₁ đến C₆), -NR^xC(O)NR^yR^z, -NR^xC(O)OR^y, -OC(O)NR^yR^z, -NR^xC(S)OR^y, -OC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)SR^y, -SC(S)NR^yR^z, -NR^xC(S)NR^yR^z, -C(O)NR^yR^z, -C(S)NR^yR^z, -NR^yR^z, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x, R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C₁ đến C₆, và

[X⁻] là một hoặc nhiều anion; trong đó đó [X⁻] bao gồm anion được chọn từ: F⁻, Cl⁻, Br⁻, I⁻, [I₃]⁻, [I₂Br]⁻, [IBr₂]⁻, [Br₃]⁻, [Br₂Cl]⁻, [BrCl₂]⁻, [ICl₂]⁻, [I₂Cl]⁻, [Cl₃]⁻, [N₃]⁻, [NCS]⁻, [NCS₂]⁻, [NCO]⁻, [CN]⁻, [HSO₄]⁻, [SO₄]²⁻, [R²OSO₂O]⁻, [HSO₃]⁻, [SO₃]²⁻, [R²OSO₂]⁻, [R¹SO₂O]⁻, [(R¹SO₂)₂N]⁻, [H₂PO₄]⁻, [HPO₄]²⁻, [PO₄]³⁻, [R²OPO₃]²⁻, [(R²O)₂PO₂]⁻, [H₂PO₃]⁻, [HPO₃]²⁻, [R²OPO₂]²⁻, [(R²O)₂PO]⁻, [R¹PO₃]²⁻, [R¹P(O)(OR²)O]⁻, [(R¹SO₂)₃C]⁻, [bisoxalatoborat], [bismalonatoborat], [R²CO₂]⁻, [3,5-dinitro-1,2,4-triazolat], [4-nitro-1,2,3-triazolat], [2,4-dinitroimidazolat], [4,5-dinitroimidazolat], [4,5-dixyano-imidazolat], [4-nitroimidazolat], [tetrazolat], [R²OCS₂]⁻, [R²₂NCS₂]⁻, [R¹CS₂]⁻, [(R²O)₂PS₂]⁻, [R¹S(O)₂S]⁻, [R²OS(O)₂S]⁻, [NO₃]⁻ và [NO₂]⁻;

trong đó: R¹ và R² được chọn độc lập từ nhóm bao gồm alkyl từ C₁ đến C₁₀, aryl C₆, aryl (C₆) alkyl từ C₁ đến C₁₀, và alkyl (từ C₁ đến C₁₀) aryl C₆, mỗi nhóm có thể được thế bởi một hoặc nhiều nhóm được chọn từ: flo, clo, brom, iot, alkoxy từ C₁ đến C₆, alkoxyalkoxy từ C₂ đến C₁₂, xycloalkyl từ C₃ đến C₈, aryl từ C₆ đến C₁₀, alkaryl từ C₇

đến C₁₀, aralkyl từ C₇ đến C₁₀, -CN, -OH, -SH, -NO₂, -CO₂R^X, -OC(O)R^X, -C(O)R^X, -C(S)R^X, -CS₂R^X, -SC(S)R^X, -S(O)alkyl (từ C₁ đến C₆), -S(O)O alkyl (từ C₁ đến C₆), -OS(O)alkyl (từ C₁ đến C₆), -S alkyl (từ C₁ đến C₆), -S-S alkyl (từ C₁ đến C₆), -NR^XC(O)NR^YR^Z, -NR^XC(O)OR^Y, -OC(O)NR^YR^Z, -NR^XC(S)OR^Y, -OC(S)NR^YR^Z, -NR^XC(S)SR^Y, -SC(S)NR^YR^Z, -NR^XC(S)NR^YR^Z, -C(O)NR^YR^Z, -C(S)NR^YR^Z, -NR^YR^Z, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^X, R^Y và R^Z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C₁ đến C₆, và trong đó R¹ cũng có thể là flo, clo, brom hoặc iot,

tỉ lệ thể tích hydrocacbon trên chất lỏng ion nằm trong khoảng từ 100:1 đến 10.000:1; và

(ii) tách ra khỏi chất lỏng ion, sản phẩm dòng hydrocacbon có lượng thuỷ ngân được giảm xuống so với nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân.

2. Quy trình theo điểm 1, trong đó thuỷ ngân ở dạng nguyên tố, hạt hoặc dạng hữu cơ.

3. Quy trình theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó nồng độ thuỷ ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân nằm trong khoảng từ 1 đến 50.000 ppb (phần tỷ).

4. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân ở dạng lỏng.

5. Quy trình theo điểm 4, trong đó nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân bao gồm một hoặc nhiều:

(i) khí tự nhiên hoá lỏng;

(ii) phần chưng cất nhẹ bao gồm khí dầu mỏ lỏng, xăng, và/hoặc dầu mỏ;

(iii) khí tự nhiên ngưng tụ;

(iv) phần chưng cất trung bình bao gồm dầu lửa và/hoặc dầu diezen;

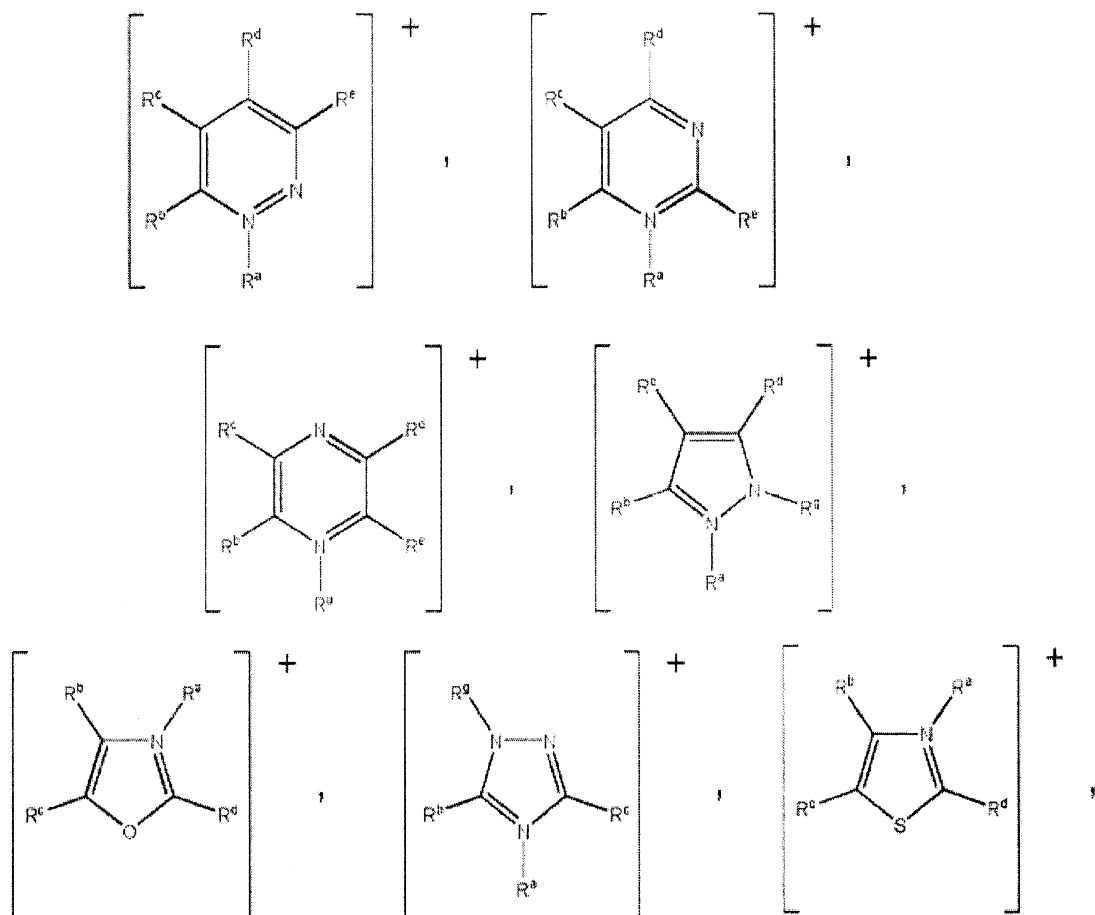
(v) phần chưng cất nặng; và

(vi) dầu thô.

6. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân là khí.

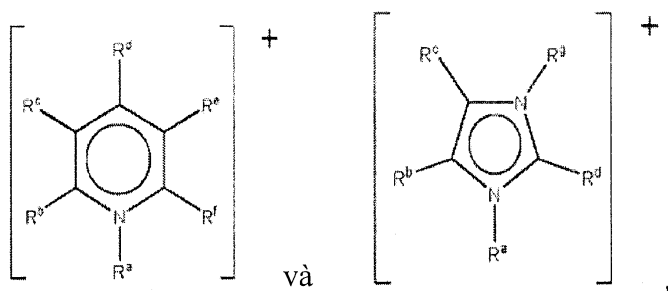
7. Quy trình theo điểm 6, trong đó nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân chứa khí tự nhiên và/hoặc khí nhà máy tinh luyện dầu.

8. Quy trình theo điểm 1, trong đó [Cat⁺] bao gồm các cation được chọn từ nhóm bao gồm:



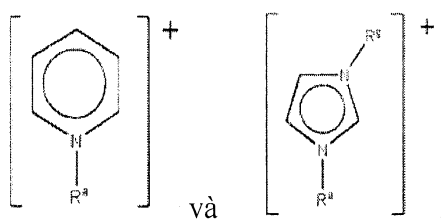
trong đó: $R^a, R^b, R^c, R^d, R^e, R^f$ và R^g như được xác định ở điểm 1.

9. Quy trình theo điểm 1, trong đó $[Cat^+]$ bao gồm các cation được chọn từ nhóm bao gồm:



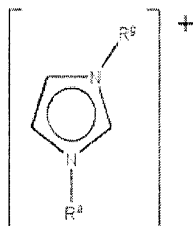
trong đó: $R^a, R^b, R^c, R^d, R^e, R^f$ và R^g như được xác định ở điểm 1.

10. Quy trình theo điểm 9, trong đó $[Cat^+]$ bao gồm các cation được chọn từ nhóm bao gồm:



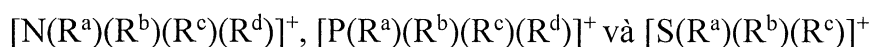
trong đó: R^a và R^g được xác định như trong điểm 1.

11. Quy trình theo điểm 10, trong đó cation là:



trong đó, R^a được chọn từ nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_2 đến C_{20} , và R^g được chọn từ nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_5 .

12. Quy trình theo điểm 1, trong đó $[Cat^+]$ được chọn từ nhóm bao gồm:



trong đó: mỗi nhóm R^a , R^b , R^c , và R^d được chọn độc lập từ nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh từ C_1 đến C_{30} , nhóm xycloalkyl từ C_3 đến C_8 , hoặc nhóm aryl từ C_6 đến C_{10} ; và trong đó các nhóm alkyl, xycloalkyl hoặc aryl nêu trên không được thế hoặc có thể được thế bởi từ một đến ba nhóm được chọn từ: alkoxy từ C_1 đến C_6 , alkoxyalkoxy từ C_2 đến C_{12} , xycloalkyl từ C_3 đến C_8 , aryl từ C_6 đến C_{10} , alkaryl từ C_7 đến C_{10} , aralkyl C_7 đến C_{10} , $-CN$, $-OH$, $-SH$, $-NO_2$, $-CO_2R^x$, $-OC(O)R^x$, $-C(O)R^x$, $-C(S)R^x$, $-CS_2R^x$, $-SC(S)R^x$, $-S(O)$ alkyl (từ C_1 đến C_6), $-S(O)O$ alkyl (từ C_1 đến C_6), $-OS(O)$ alkyl (từ C_1 đến C_6), $-S$ alkyl (từ C_1 đến C_6), $-S-S$ alkyl (từ C_1 đến C_6), $-NR^xC(O)NR^yR^z$, $-NR^xC(O)OR^y$, $-OC(O)NR^yR^z$, $-NR^xC(S)OR^y$, $-OC(S)NR^yR^z$, $-NR^xC(S)SR^y$, $-SC(S)NR^yR^z$, $-NR^xC(S)NR^yR^z$, $-C(O)NR^yR^z$, $-C(S)NR^yR^z$, $-NR^yR^z$, hoặc nhóm dị vòng, trong đó R^x , R^y và R^z được chọn độc lập từ hydro hoặc alkyl từ C_1 đến C_6 .

13. Quy trình theo điểm 1, trong đó $[X^-]$ bao gồm anion được chọn từ: $[F]^-$, $[Cl]^-$, $[Br]^-$, $[I]^-$, $[I_3]^-$, $[I_2Br]^-$, $[IBr_2]^-$, $[Br_3]^-$, $[Br_2Cl]^-$, $[BrCl_2]^-$, $[ICl_2]^-$, $[I_2Cl]^-$ và $[Cl_3]^-$.

14. Quy trình theo điểm 1, trong đó anion là perhalide được chọn từ: $[I_3]^-$, $[I_2Br]^-$, $[IBr_2]^-$, $[Br_3]^-$, $[Br_2Cl]^-$, $[BrCl_2]^-$, $[ICl_2]^-$, $[I_2Cl]^-$, và $[Cl_3]^-$.

15. Quy trình theo điểm 1, trong đó $[X^-]$ bao gồm anion được chọn từ: $[NO_3]^-$, $[NO_2]^-$, $[H_2PO_4]^-$, $[HPO_4]^{2-}$, $[PO_4]^{3-}$, $[R^2OPO_3]^{2-}$, $[(R^2O)_2PO_2]^-$, $[H_2PO_3]^-$, $[HPO_3]^{2-}$, $[R^2OPO_2]^{2-}$, $[(R^2O)_2PO]^-$, $[R^1PO_3]^{2-}$, $[R^1P(O)(OR^2)O]^-$ và $[R^2CO_2]^-$ trong đó R^1 và R^2 như được xác định ở điểm 1.

16. Quy trình theo điểm 1, trong đó $[X^-]$ bao gồm anion chứa gốc lưu huỳnh hoặc selen giàu điện tử, anion này được chọn từ $[NCS]^-$, $[NCSe]^-$, $[R^2OCS_2]^-$, $[R^2NCS_2]^-$,

$[R^1CS_2]^-$, $[(R^2O)_2PS_2]^-$, $[R^1S(O)_2S]^-$ và $[R^2OS(O)_2S]^-$, trong đó R^1 và R^2 như được xác định ở điểm 1, và các anion như ở điểm 1 bao gồm các nhóm thể thiol, thioete, hoặc disulfua.

17. Quy trình theo điểm 1, trong đó $[X^-]$ bao gồm anion được chọn từ: $[HSO_4]^-$, $[SO_4]^{2-}$, $[R^2OSO_2O]^-$, $[HSO_3]^-$, $[SO_3]^{2-}$, $[R^2OSO_2]^-$, và $[R^1SO_2O]^-$ trong đó R^1 và R^2 như được xác định ở điểm 1.

18. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất lỏng ion được giữ cố định trên chất nền rắn trơ.

19. Quy trình theo điểm 18, trong đó chất nền rắn trơ là cacbon hoạt tính.

20. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất lỏng ion là không trộn lẫn được với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân và sản phẩm dòng hydrocacbon.

21. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân ở nhiệt độ từ $-80^{\circ}C$ đến $200^{\circ}C$.

22. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân ở áp suất khí quyển.

23. Quy trình theo điểm 1, trong đó chất lỏng ion ở dạng lỏng khi tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân.

24. Quy trình theo điểm 1, trong đó từ 1 đến 10.000 mol chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân trên mỗi mol thủy ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân.

25. Quy trình theo điểm 1, trong đó sản phẩm dòng hydrocacbon bao gồm 10% lượng thủy ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân hoặc ít hơn.

26. Quy trình theo điểm 25, trong đó sản phẩm dòng hydrocacbon bao gồm 5% lượng thủy ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân hoặc ít hơn.

27. Quy trình theo điểm 26, trong đó sản phẩm dòng hydrocacbon chứa 1% lượng thủy ngân trong nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân hoặc ít hơn.

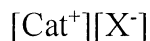
28. Quy trình theo điểm 1, trong đó nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân và chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nhau nhờ phương tiện xử lý liên tục hoặc xử lý theo lô.

29. Quy trình theo điểm 28, trong đó nguồn dòng hydrocacbon chứa thủy ngân và chất lỏng ion được cho tiếp xúc với nhau trong thời gian từ 1 đến 60 phút.

30. Quy trình theo điểm 11, trong đó R^a được chọn từ metyl, etyl, n-propyl, n-butyl, n-pentyl, n-hexyl, n-heptyl, n-octyl, n-nonyl, n-dexyl,

n-undexyl, n-dodexyl, n-tridexyl, n-tetradexyl, n-pentadexyl, n-hexadexyl, n-heptadexyl và n-octadexyl, và R^g được chọn từ metyl, etyl, n-propyl, n-butyl, n-pentyl.

31. Quy trình điều chế dung dịch chứa thuỷ ngân, bao gồm bước cho dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân tiếp xúc với chất lỏng ion có công thức:



trong đó: $[\text{Cat}^+]$ là một hoặc nhiều cation như được xác định ở điểm 1, và

$[\text{X}^-]$ là một hoặc nhiều anion như được xác định ở điểm 1,

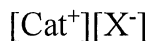
tỉ lệ thể tích hydrocacbon trên chất lỏng ion nằm trong khoảng từ 100:1 đến 10.000:1.

32. Quy trình theo điểm 31, trong đó chất lỏng ion là không trộn lẫn được với nguồn dòng hydrocacbon chứa thuỷ ngân.

33. Chất lỏng ion chứa phần thuỷ ngân hòa tan có thể thu được bằng quy trình theo điểm 31 hoặc 32.

34. Quy trình loại bỏ cadmi và/hoặc chì ra khỏi nguồn dòng hydrocacbon chứa cadmi và/hoặc chì bao gồm các bước:

(i) cho nguồn dòng hydrocacbon chứa cadmi và/hoặc chì tiếp xúc với chất lỏng ion có công thức:



trong đó: $[\text{Cat}^+]$ là một hoặc nhiều cation như được xác định ở điểm 1, và

$[\text{X}^-]$ là một hoặc nhiều anion như được xác định ở điểm 1,

tỉ lệ thể tích hydrocacbon trên chất lỏng ion nằm trong khoảng từ 100:1 đến 10.000:1; và

(ii) tách ra khỏi chất lỏng ion, sản phẩm dòng hydrocacbon có lượng cadmi và/hoặc chì được giảm xuống so với nguồn hydrocacbon chứa cadmi và/hoặc chì ban đầu.

35. Chất lỏng ion chứa cadmi và/hoặc chì hòa tan có thể thu được bằng quy trình theo điểm 34.