



(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) 
1-0022596

(51)⁷ **C08L 75/04, G02B 1/04, C08K 5/37,** (13) **B**
C08G 18/06, C07C 321/02

(21)	1-2012-03561	(22)	02.03.2012		
(86)	PCT/KR2012/001590	02.03.2012	(87)	WO2012/118351	07.09.2012
(30)	10-2011-0018673	02.03.2011	KR		
(45)	25.12.2019	381	(43)	25.12.2013	309
(73)	KOC SOLUTION CO., LTD. (KR) 104-15, Munji-dong, Yuseong-gu, Daejeon, 305-380, Republic of Korea				
(72)	JANG, Dong Gyu (KR), ROH, Soo Gyun (KR), KIM, Jong Hyo (KR)				
(74)	Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)				

(54) **PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT NHỰA DÙNG CHO VẬT LIỆU QUANG HỌC TRÊN CƠ SỞ THIOURETAN SỬ DỤNG HỢP CHẤT POLYISOXYANAT, CHẾ PHẨM NHỰA VÀ VẬT LIỆU QUANG HỌC ĐƯỢC SẢN XUẤT BẰNG PHƯƠNG PHÁP NÀY**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nhựa dùng cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan chất lượng cao sử dụng hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng. Theo phương pháp này, độ pH của hợp chất polythiol được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7 để ngăn chặn xuất hiện sự tẩy trắng, một vấn đề của giải pháp kỹ thuật đã biết phát sinh do sự tan của chất dính nhạy áp từ băng dính nhạy áp do việc đúc thấu kính. Việc điều chỉnh độ pH làm tăng tốc độ phản ứng của chế phẩm nhựa bao gồm hợp chất polythiol. Hợp chất polythiol mà độ pH của nó được điều chỉnh để có thể được sử dụng để sản xuất vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan không trải qua sự tẩy trắng tại các gò của thấu kính quang học và sự trùng hợp dị thể. Sáng chế cũng đề cập đến chế phẩm nhựa dành cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan, và vật liệu quang học bao gồm nhựa được sản xuất bằng phương pháp này.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất nhựa dùng cho vật liệu quang học bằng cách trùng hợp chế phẩm nhựa bao gồm hợp chất chứa thiol và hợp chất có các nhóm isoxyanat. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan chất lượng cao sử dụng hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng, chế phẩm nhựa dành cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan, và vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan gồm nhựa được sản xuất bằng phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các vật liệu quang học dẻo có trọng lượng nhẹ, hầu như không dễ gãy và có thể nhuộm được được so sánh với các vật liệu quang học vô cơ. Các vật liệu dẻo khác nhau, như nhựa, thường được sử dụng trong các vật liệu quang học và ngày càng cần đến các đặc tính vật lý tốt hơn.

Nhựa quang học polythiouretan được sản xuất bằng cách sử dụng các hợp chất polythiol và các hợp chất isoxyanat được sử dụng rộng rãi làm các vật liệu thấu kính quang học do các đặc tính quang học hoàn hảo của chúng, gồm độ trong suốt, hệ số Abbe, hệ số truyền và độ bền kéo cao. Tuy nhiên, các vật liệu quang học được sản xuất bằng cách lưu hóa các chế phẩm nhựa gồm các hợp chất polythiol và các hợp chất isoxyanat có nhiều công dụng trải qua sự trùng hợp dị thể hoặc tẩy trắng thường xuyên, làm ảnh hưởng đến các đặc tính quang học của nhựa quang học. Các hợp chất isoxyanat và các hợp chất polythiol có nhiều công dụng là thành phần chính của các chế phẩm nhựa của thấu kính thiouretan thiên về trùng hợp dị thể, tẩy trắng và tạo bóng phụ thuộc vào tính có thể trộn lẫn của chúng. Ngược lại, nhựa quang học được sản xuất bằng sự cắt nhiệt các hợp chất isoxyanat và hợp chất polythiol có thể trộn lẫn ở mức độ cao cơ bản không trải qua các vấn đề về sự trùng hợp dị thể và tẩy trắng ngay cả khi các hợp chất polythiol không được xử lý đặc

biệt. Các hợp chất isoxyanat này gồm, ví dụ,
 3,8-bis(isoxyanatometyl)trixyclo[5.2.1.0^{2,6}]decan,
 3,9-bis(isoxyanatometyl)trixyclo[5.2.1.0^{2,6}]decan,
 4,8-bis(isoxyanatometyl)trixyclo[5.2.1.0^{2,6}]decan,
 4,9-bis(isoxyanatometyl)trixyclo[5.2.1.0^{2,6}]decan,
 2,5-bis(isoxyanatometyl)bixyclo[2.2.1]heptan, và
 2,6-bis(isoxyanatometyl)bixyclo[2.2.1]heptan.

Tuy nhiên, các hợp chất isoxyanat rất khó để điều chế, do các chi phí điều chế là đáng kể. Kết quả là, việc sử dụng các hợp chất isoxyanat chắc chắn làm tăng chi phí sản xuất thấu kính thiouretan. Trong khi đó, nhựa quang học thu được bằng cách lưu hóa các hợp chất isoxyanat và các hợp chất polythiol có nhiều công dụng không đắt tiền trải qua sự trùng hợp dị thể hoặc tẩy trắng thường xuyên. Các hợp chất isoxyanat này gồm, ví dụ, isophoron diisoxyanat, dicyclohexylmetan-4,4-diisoxyanat (H₁₂MDI), và 1,6-hexametylendiisoxyanat. Cụ thể là, sự tẩy trắng và sự tạo bọt băng trong một vài trường hợp. Các hiện tượng này ảnh hưởng bất lợi đến hiệu suất của các vật liệu quang học và là nguyên nhân chính gây ra sự mất cân đối và làm cho chất lượng của thấu kính trở nên kém.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế được tạo thành trong sự nỗ lực để ngăn chặn sự trùng hợp dị thể và tẩy trắng khi các vật liệu quang học được sản xuất bằng cách trùng hợp các hợp chất isoxyanat có nhiều công dụng, và mục tiêu của sáng chế là đề xuất vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan chất lượng cao không trải qua các vấn đề về sự trùng hợp dị thể và tẩy trắng mặc dù sử dụng hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng. Theo sáng chế, vật liệu quang học được sản xuất bằng cách trùng hợp hợp chất isoxyanat và hợp chất polythiol có nhiều công dụng không đắt tiền mà độ pH của chúng được điều chỉnh đến khoảng định trước. Việc điều chỉnh độ pH ngăn chặn việc xuất hiện sự tan của băng dính nhạy áp và sự tẩy trắng tại các gờ của thấu kính quang học. Cụ thể là, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng axit vô cơ còn lại trong chế phẩm sau khi xử lý axit hữu cơ khi sản xuất hợp chất polythiol làm giảm hoạt tính của chất xúc tác trùng hợp để sản xuất nhựa quang học, và kết quả là, tốc

độ phản ứng bị giảm, gây ra hiện tượng hòa tan và tẩy trắng. Trên cơ sở của phát hiện này, sáng chế đề xuất giải pháp cho các vấn đề này thông qua việc điều chỉnh độ pH. Theo sáng chế, mặc dù sử dụng hợp chất có nhiều công dụng không đắt tiền, khả năng phản ứng tăng bằng cách điều chỉnh độ pH tạo thành chế phẩm có thể trùng hợp dẻo để ngăn chặn việc xuất hiện sự tan của băng dính nhạy áp và sự tẩy trắng tại các gờ của thấu kính quang học.

Giải pháp kỹ thuật

Theo một khía cạnh của sáng chế, đề xuất phương pháp sản xuất nhựa dành cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan, gồm các bước:

- (a) điều chỉnh độ pH của hợp chất polythiol đến khoảng từ 3,1 đến 7, và
- (b) trộn hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7 với hợp chất polyisoxyanat để điều chế chế phẩm nhựa, sau đó trùng hợp đúc.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, đề xuất chế phẩm nhựa dành cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan gồm hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7 và hợp chất polyisoxyanat.

Theo sáng chế, độ pH của hợp chất polythiol là thành phần chính của chế phẩm nhựa được điều chỉnh bằng cách xử lý bằng vật liệu bazơ để điều chỉnh tốc độ phản ứng của chế phẩm nhựa. Việc điều chỉnh độ pH này ngăn chặn việc xuất hiện sự tẩy trắng, là một vấn đề trong tình trạng kỹ thuật. Các hợp chất cơ thiếc thường được sử dụng làm chất xúc tác để sản xuất nhựa polythiouretan. Việc sử dụng các chất xúc tác để sản xuất nhựa polythiouretan làm chậm lại tốc độ phản ứng, và kết quả là, các băng dính nhạy áp được hòa tan, dẫn đến xuất hiện sự tẩy trắng. Sáng chế được dùng để giải quyết các vấn đề trong tình trạng kỹ thuật, độ pH của hợp chất polythiol được gồm trong chế phẩm nhựa được điều chỉnh đến khoảng từ 3,1 đến 7 bằng cách xử lý bằng vật liệu bazơ hữu cơ hoặc vô cơ. Việc điều chỉnh độ pH làm tăng tốc độ phản ứng của chế phẩm nhựa, tạo thành độ nhớt của chế phẩm nhựa. Kết quả là, độ tan của chế phẩm nhựa bị giảm để ngăn chặn sự tan của băng dính nhạy áp, là nguyên nhân làm xuất hiện sự tẩy trắng.

Theo sáng chế, vật liệu quang học polythiouretan có chất lượng ổn định có thể được sản xuất bằng cách sử dụng hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng và tùy ý hợp chất cơ thiếc, được sử dụng làm chất xúc tác để sản xuất nhựa

polythiouretan. Để sản xuất nhựa polythiouretan, quá trình trùng hợp đúc thường được tiến hành trong đó chế phẩm nhựa quang học được phun vào khuôn và được lưu hóa bằng cách gia nhiệt. Sự trùng hợp được tiến hành trong khi nâng dần nhiệt độ từ thấp đến cao trong thời gian từ một vài giờ đến mười giờ. Đồng thời, cần thiết để kết thúc sự trùng hợp để đưa ra đầy đủ các đặc tính của nhựa. Kết thúc, sử dụng hoạt tính xúc tác mạnh để trùng hợp hoặc sử dụng chất xúc tác với một lượng lớn được tính toán. Tuy nhiên, việc tăng lượng chất xúc tác để trùng hợp nhanh dẫn đến sự mất cân bằng lớn của thấu kính. Trong khi đó, việc sử dụng chất xúc tác với một lượng nhỏ tạo ra tốc độ phản ứng thấp, và kết quả là, độ dính nhay áp được hòa tan từ một băng, dẫn đến xuất hiện sự tẩy trắng tại các gờ của thấu kính.

Các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng tính axit của các chất xúc tác kim loại ảnh hưởng đến hoạt động của sự trùng hợp là nguyên nhân làm xuất hiện biến dạng quang học hoặc tạo bóng, ngăn cản việc sản xuất nhựa có chất lượng ổn định. Tức là, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng sự biến đổi tốc độ trùng hợp tạo thành tính axit khác nhau của các chất phụ gia là một điều trở ngại đối với việc sản xuất nhựa có chất lượng ổn định. Cụ thể là, các chất phản ứng bên trong trên cơ sở phosphat có tính axit hoặc các hợp chất polythiol được sử dụng để sản xuất các vật liệu thấu kính đeo dành cho kính đeo mắt có thể có tính axit khác nhau theo các phương pháp sản xuất của chúng. Sự thay đổi độ pH này được đánh giá là một trở ngại khi sản xuất thấu kính đeo có chất lượng ổn định. Việc rửa bằng axit vô cơ là một bước cơ bản khi sản xuất hợp chất polythiol. Axit vô cơ giữ lại không được loại bỏ sau khi rửa để hạ thấp độ pH của hợp chất polythiol. Độ pH thấp làm giảm hoạt tính của chất xúc tác, dẫn đến sự giảm tốc độ phản ứng của chế phẩm nhựa có thể lưu hóa gồm hợp chất polythiol. Đây là nguyên nhân gây ra tính tan lớn của chế phẩm nhựa có thể lưu hóa. Do đó, độ dính nhay áp được hòa tan từ băng và các gờ của thấu kính được tẩy trắng. Các vấn đề này đặc biệt nghiêm trọng khi sử dụng các hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng, như isophoron diisoxyanat, dicyclohexylmetan-4,4-diisoxyanat ($H_{12}MDI$) và hexametylen diisoxyanat, có thể trộn lẫn kém với polythiol. Kết quả của nghiên cứu về các vấn đề trên, các tác giả sáng chế đã nhận thấy rằng khi độ pH của hợp chất polythiol được điều chỉnh đến khoảng từ 3,1 đến 7 trong khi rửa, thì tốc độ phản ứng và độ nhớt ban đầu tăng lên để giảm đến mức thấp nhất sự tan của chất dính nhay áp từ băng, là nguyên nhân dẫn đến sự tẩy trắng, và đồng thời, không xuất hiện sự trùng hợp dị thể. Sáng chế

đạt được trên cơ sở phát hiện này.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, đề xuất nhựa dùng cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan được sản xuất bằng phương pháp này.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, đề xuất thấu kính quang học gồm nhựa. Thấu kính quang học cụ thể là thấu kính đeo mắt.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, thấu kính trên cơ sở polythiouretan không bị tẩy trắng có thể được sản xuất bằng cách sử dụng hợp chất polythiol mà độ pH của chúng được điều chỉnh đến khoảng định trước, mặc dù việc sử dụng hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng. Việc điều chỉnh độ pH làm tăng tốc độ phản ứng mà không cần sử dụng chất xúc tác. Ngoài ra, việc điều chỉnh độ pH làm giảm sự thay đổi tốc độ trùng hợp tạo ra tính axit của hợp chất polythiol để khắc phục vấn đề về sự trùng hợp dị thể. Hơn nữa, axit vô cơ, như axit clohydric, còn lại trong khi sản xuất hợp chất polythiol có thể được loại bỏ, do đó tránh được nguy cơ gặm mòn của lò phản ứng không gọn vết bẩn và máy lọc. Theo sáng chế, việc điều chỉnh độ pH có thể làm tăng tốc độ phản ứng trong khi duy trì các đặc tính của chất xúc tác cơ thiết mà không làm giảm bậc hoạt tính của chất xúc tác. Do đó, vật liệu quang học trên cơ sở polythiouretan có thể được sản xuất mà không trải qua sự tẩy trắng cũng như sự trùng hợp dị thể.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều chế hợp chất polythiol mà độ pH của chúng được điều chỉnh đến khoảng định trước, do đó thích hợp để sử dụng chế phẩm nhựa dành cho thấu kính quang học. Hợp chất polythiol không gây ra sự tẩy trắng và sự trùng hợp dị thể, là các vấn đề trong tình trạng kỹ thuật.

Sự tẩy trắng là nguyên nhân chính gây ra sự mất cân bằng lớn của nhựa trên cơ sở polythiouretan. Trên cơ sở phát hiện độ pH của hợp chất polythiol làm thành phần chính của thấu kính trên cơ sở polythiouretan có liên quan đến tốc độ phản ứng của hợp chất polythiol, sáng chế được dùng để sản xuất nhựa không bị tẩy trắng, độ pH của hợp chất polythiol được điều chỉnh như sau: Đầu tiên, lớp hữu cơ được rửa bằng axit vô cơ và được rửa một vài lần bằng dung dịch bazơ để điều chỉnh độ pH ít nhất đến 7 (xử lý chất kiềm). Tiếp đó, dung dịch pha loãng được cô

đặc và được lọc để thu được hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7. Nói cách khác, dung dịch bazơ (gồm chất rắn) được bổ sung vào dung dịch polythiol được xử lý để thu được hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7. Nếu hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 2 đến 3, xuất hiện sự tẩy trắng mạnh. Nếu hợp chất polythiol có độ pH lớn hơn 7, xuất hiện sự trùng hợp dị thể mạnh. Ngược lại, khi hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7, không xuất hiện sự tẩy trắng và không có sự trùng hợp dị thể. Tốt hơn nữa là, hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,5 đến 6. Trong khoảng này, hợp chất polythiol không trải qua sự tẩy trắng và sự trùng hợp dị thể.

Không có hạn chế nào đối với trạng thái của vật liệu bazơ được sử dụng để xử lý polythiol. Ví dụ, vật liệu bazơ có thể là khí, chất lỏng, chất rắn hoặc hỗn hợp của chúng. Amin, gồm dung dịch nước amoniac đặc biệt thích hợp. Các ví dụ điển hình về các amin gồm; các hợp chất amin bậc một đơn chức, như etylamin, n-propylamin, isopropylamin, n-butylamin, sec-butylamin, t-butylamin, pentylamin, hexylamin, heptylamin, octylamin, dexylamin, laurylamin, myristylamin, 3-pentylamin, 2-ethylhexylamin, 1,2-dimethylhexylamin, alylamin, aminometylbixycloheptan, xyclopentylamin, xyclohexylamin, 2,3-dimethylxyclohexylamin, aminometyl-xyclohexan, anilin, benzylamin, phenetylamin, 2,3- và 4-methylbenzylamin, o-, m- và p-metylanilin, o-, m- và p-etylanilin, aminomorpholin, naphtylamin, furfurylamin, α -aminodiphenylmetan, toluidin, aminopyridin, aminophenol, aminoetanol, 1-aminopropanol, 2-aminopropanol, aminobutanol, aminopentanol, aminohexanol, metoxyetylamin, 2-(2-aminoetoxy)etanol, 3-etoxypropylamin, 3-propoxypropylamin, 3-butoxypropylamin, 3-isopropoxypropylamin, 3-isobutoxypropylamin, và 2,2-dietoxyetylamin; các hợp chất polyamin bậc một, như etylendiamin, 1,2- và 1,3-diaminopropan, 1,2-, 1,3- và 1,4-diaminobutan, 1,5-diaminopentan, 1,6-diaminohexan, 1,7-diaminoheptan, 1,8-diaminooctan, 1,10-diaminodecan, 1,2-, 1,3- và 1,4-diaminoxyclohexan, o-, m- và p-diaminobenzen, 3,4- và 4,4'-diaminobenzophenon, 3,4- và 4,4'-diaminodiphenylete, 4,4'-diaminodiphenylmetan, 4,4'-diaminodiphenylsulfua, 3,3'- và 4,4'-diaminodiphenylsulfon, 2,7-diaminofloren, 1,5-, 1,8- và 2,3-diaminonaphtalen, 2,3-, 2,6- và 3,4-diaminopyridin, 2,4- và 2,6-diaminotoluen, m- và p-xylylendiamin, isophorondiamin, diaminometylbixycloheptan, 1,3- và 1,4-

diaminometylxyclohexan, 2- và 4-aminopiperidin, 2- và 4-aminometylpiperidin, 2- và 4-aminoetylpiperidin, N-aminoetylmorpholin, và N-aminopropylmorpholin; các hợp chất amin bậc hai đơn chức, như dietylamin, dipropylamin, di-n-butylamin, di-sec-butylamin, diisobutylamin, di-n-pentylamin, di-3-pentylamin, dihexylamin, dioctylamin, di(2-etylhexyl)amin, metylhexylamin, dialylamin, N-metylalylamin, piperidin, pyrrolidin, diphenylamin, N-metylamin, N-etylamin, dibenzylamin, N-metylbenzylamin, N-etylbenzylamin, dixyclohexylamin, N-metylanilin, N-etylanilin, dinaphtylamin, 1-metylpiperazin, và morpholin; và các hợp chất polyamin bậc hai và bậc ba, như N,N'-dimetyletylendiamin, N,N'-dimetyl-1,2-diaminopropan, N,N'-dimetyl-1,3-diaminopropan, N,N'-dimetyl-1,2-diaminobutan, N,N'-dimetyl-1,3-diaminobutan, N,N'-dimetyl-1,4-diaminobutan, N,N'-dimetyl-1,5-diaminopentan, N,N'-dimetyl-1,6-diaminohexan, N,N'-dimetyl-1,7-diaminoheptan, N,N'-dietyletylendiamin, N,N'-dietyl-1,2-diaminopropan, N,N'-dietyl-1,3-diaminopropan, N,N'-dietyl-1,2-diaminobutan, N,N'-dietyl-1,3-diaminobutan, N,N'-dietyl-1,4-diaminobutan, N,N'-dietyl-1,5-diaminopentan, N,N'-dietyl-1,6-diaminohexan, N,N'-dietyl-1,7-diaminoheptan, piperazin, 2-metylpiperazin, 2,5-dimetylpiperazin, 2,6-dimetylpiperazin, homopiperazin, 1,1-di-(4-piperidyl)metan, 1,2-di-(4-piperidyl)etan, 1,3-di-(4-piperidyl)propan, 1,4-di-(4-piperidyl)butan, và tetrametylguanidin. Các amin này có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc dưới dạng hỗn hợp của hai hoặc nhiều amin. Ngoài các amin này, các dung dịch bazơ, như dung dịch kiềm, cũng có thể được sử dụng.

Đối với hợp chất isoxyanat phản ứng với hợp chất polythiol, có thể sử dụng hợp chất polyisoxyanat có nhiều công dụng, góp phần để làm giảm chi phí sản xuất của vật liệu quang học thiouretan. Cụ thể, hợp chất isoxyanat là isophoron diisoxyanat, dixyclohexylmetan-4,4-diisoxyanat ($H_{12}MDI$), hexametylen diisoxyanat, hoặc hỗn hợp của chúng.

Hỗn hợp của hợp chất isoxyanat với hợp chất iso(thio)xyanat khác cũng có thể được sử dụng. Các ví dụ về các hợp chất iso(thio)xyanat này gồm: các hợp chất isoxyanat béo, như 2,2-dimetylpentan diisoxyanat, 2,2,4-trimetylhexan diisoxyanat, buten diisoxyanat, 1,3-butadien-1,4-diisoxyanat, 2,4,4-trimetylhexametylen diisoxyanat, 1,6,11-undecatriisoxyanat, 1,3,6-hexametylen triisoxyanat, 1,8-diisoxyanat-4-isoxyanatometyloctan, bis(isoxyanatoetyl)cacbonat, và

bis(isoxyanatoetyl)ete; các hợp chất isoxyanat vòng béo, như isophoron diisoxyanat, 1,2-bis(isoxyanatometyl)xyclohexan, 1,3-bis(isoxyanatometyl)xyclohexan, 1,4-bis(isoxyanatometyl)xyclohexan, dixyclohexylmetan diisoxyanat, xyclohexan diisoxyanat, metylxyclohexan diisoxyanat, dixyclohexyldimetylmetan isoxyanat, và 2,2-dimetyldixyclohexylmetan isoxyanat; hợp chất isoxyanat thơm, như bis(isoxyanatoetyl)benzen, bis(isoxyanatopropyl)benzen, bis(isoxyanatobutyl)benzen, bis(isoxyanatometyl)naphtalen, bis(isoxyanatometyl) diphenylete, phenylen diisoxyanat, etylphenylen diisoxyanat, isopropylphenylen diisoxyanat, dimetylphenylen diisoxyanat, dietylphenylen diisoxyanat, diisopropylphenylen diisoxyanat, trimetylbenzen triisoxyanat, benzen triisoxyanat, biphenyl diisoxyanat, toluidin diisoxyanat, 4,4-diphenylmetan diisoxyanat, 3,3-dimetyldiphenylmetan-4,4-diisoxyanat, bibenzyl-4,4-diisoxyanat, bis(isoxyanatophenyl)etylen, 3,3-dimetoxybiphenyl-4,4-diisoxyanat, hexahydrobenzen diisoxyanat, và hexahydrodiphenylmetan-4,4-diisoxyanat; các hợp chất isoxyanat béo chứa sulfua, như bis(isoxyanatoetyl)sulfua, bis(isoxyanatopropyl)sulfua, bis(isoxyanatohexyl)sulfua, bis(isoxyanatometyl)sulfon, bis(isoxyanatometyl)disulfua, bis(isoxyanatopropyl)disulfua, bis(isoxyanatometylthio)metan, bis(isoxyanatoetylthio)metan, bis(isoxyanatoetylthio)etan, bis(isoxyanatometylthio)etan, và 1,5-diisoxyanato-2-isoxyanatometyl-3-thiapentan; hợp chất isoxyanat thơm chứa lưu huỳnh, như diphenylsulfua-2,4-diisoxyanat, diphenylsulfua-4,4-diisoxyanat, 3,3-dimetoxy-4,4-diisoxyanatodibenzylthioete, bis(4-isoxyanatometylbenzen)sulfua, 4,4-metoxybenzenthioetylen glycol-3,3-diisoxyanat, diphenyldisulfua-4,4-diisoxyanat, 2,2-dimetyldiphenyldisulfua-5,5-diisoxyanat, 3,3-dimetyldiphenyldisulfua-5,5-diisoxyanat, 3,3-dimetyldiphenyldisulfua-6,6-diisoxyanat, 4,4-dimetyldiphenyldisulfua-5,5-diisoxyanat, 3,3-dimetoxy diphenyldisulfua-4,4-diisoxyanat, và 4,4-dimetoxydiphenyldisulfua-3,3-diisoxyanat; và các hợp chất isoxyanat dị vòng chứa lưu huỳnh, như 2,5-diisoxyanatothiophen, 2,5-bis(isoxyanatometyl)thiophen, 2,5-diisoxyanatotetrahydrothiophen, 2,5-bis(isoxyanatometyl)tetrahydrothiophen, 3,4-bis(isoxyanatometyl)tetrahydrothiophen, 2,5-diisoxyanato-1,4-dithian, 2,5-bis(isoxyanatometyl)-1,4-dithian, 4,5-diisoxyanato-1,3-dithiolan, 4,5-bis(isoxyanatometyl)-1,3-dithiolan, và 4,5-bis(isoxyanatometyl)-2-metyl-1,3-dithiolan. Các hợp chất iso(thio)xyanat này có

thể được sử dụng riêng lẻ hoặc dưới dạng hỗn hợp của hai hoặc nhiều hợp chất.

Hợp chất polythiol tốt hơn là được chọn từ nhóm gồm có hợp chất 4-mercaptometyl-1,8-dimercapto-3,6-dithiaoctan, 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol, 2,2-bis(mercaptometyl)-1,3-propandithiol, bis(2-mercaptoethyl)sulfua, tetrakis(mercaptometyl)metan; 2-(2-mercaptoethylthio)propan-1,3-dithiol, 2-(2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propylthio)etanthiol, bis(2,3-dimercaptopropanyl)sulfua, bis(2,3-dimercaptopropanyl)disulfua, 1,2-bis(2-mercaptoethylthio)-3-mercaptopropan, 1,2-bis(2-(2-mercaptoethylthio)-3-mercaptopropylthio)etan, bis(2-(2-mercaptoethylthio)-3-mercaptopropyl)sulfua, 2-(2-mercaptoethylthio)-3-2-mercapto-3-[3-mercapto-2-(2-mercaptoethylthio)-propylthio]propylthio-propan-1-thiol, 2,2-bis-(3-mercapto-propionyloxymetyl)-butyl este, 2-(2-mercaptoethylthio)-3-(2-(2-[3-mercapto-2-(2-mercaptoethylthio)-propylthio]etylthio)etylthio)propan-1-thiol, (4R,11S)-4,11-bis(mercaptometyl)-3,6,9,12-tetrathiatetradecan-1,14-dithiol, (S)-3-((R-2,3-dimercaptopropyl)thio)propan-1,2-dithiol, (4R,14R)-4,14-bis(mercaptometyl)-3,6,9,12,15-pentathiaheptan-1,17-dithiol, (S)-3-((R-3-mercapto-2-((2-mercaptoethyl)thio)propyl)thio)propyl)thio)-2-((2-mercaptoethyl)thio)propan-1-thiol, 3,3'-dithiobis(propan-1,2-dithiol), (7R,11S)-7,11-bis(mercaptometyl)-3,6,9,12,15-pentathiaheptadecan-1,17-dithiol, (7R,12S)-7,12-bis(mercaptometyl)-3,6,9,10,13,16-hexathiaoctadecan-1,18-dithiol, 5,7-dimercaptometyl-1,11-dimercapto-3,6,9-trithiaundecan, 4,7-dimercaptometyl-1,11-dimercapto-3,6,9-trithiaundecan, 4,8-dimercaptometyl-1,11-dimercapto-3,6,9-trithiaundecan, pentaerytritol tetrakis(3-mercaptopropionat), trimetylolpropan tris(3-mercaptopropionat), pentaerytritol tetrakis(2-mercaptoaxetat), bispentaerytritol-ete-hexakis(3-mercaptopropionat), 1,1,3,3-tetrakis(mercaptometylthio)propan, 1,1,2,2-tetrakis(mercaptometylthio)etan, 4,6-bis(mercaptometylthio)-1,3-dithian, 2-(2,2-bis(mercaptodimetylthio)etyl)-1,3-dithietan, và các hỗn hợp của chúng.

Hỗn hợp của hợp chất polythiol được xử lý bằng vật liệu bazơ và một hoặc nhiều hợp chất polythiol không được xử lý bằng vật liệu bazơ cũng có thể được sử dụng.

Đối với các đặc tính quang học tốt hơn của nhựa quang học polythiouretan, rất cần phải kiểm soát tính chống va chạm và tỷ trọng riêng của nhựa quang học

polythiouretan và độ nhớt của các monome. Cuối cùng, chất cải biến nhựa phản ứng có thể được bổ sung vào chế phẩm nhựa.

Hợp chất olefin có thể được bổ sung dưới dạng chất cải biến nhựa. Các ví dụ về các hợp chất olefin gồm, nhưng không giới hạn với; các hợp chất (met)acrylat, như benzyl acrylat, benzyl metacrylat, butoxyetyl acrylat, butoxymetyl metacrylat, xyclohexyl acrylat, xyclohexyl metacrylat, 2-hydroxyetyl acrylat, 2-hydroxymetyl metacrylat, glyxidyl acrylat, glyxidyl metacrylat, phenoxyetyl acrylat, phenoxyetyl metacrylat, phenyl metacrylat, etylen glycol diacrylat, etylen glycol dimetacrylat, dietylen glycol diacrylat, dietylen glycol dimetacrylat, trietylen glycol diacrylat, trietylen glycol dimetacrylat, tetraetylen glycol diacrylat, tetraetylen glycol dimetacrylat, polyetylen glycol diacrylat, polyetylen glycol dimetacrylat, neopentyl glycol diacrylat, neopentyl glycol dimetacrylat, etylen glycol bisglyxidyl acrylat, etylen glycol bisglyxidyl metacrylat, bisphenol A diacrylat, bisphenol A dimetacrylat, 2,2-bis(4-acryloxyetoxyphenyl)propan, 2,2-bis(4-metacryloxyetoxyphenyl)propan, 2,2-bis(4-acryloxydietoxyphenyl)propan, 2,2-bis(4-metacryloxydietoxyphenyl)propan, bisphenol F diacrylat, bisphenol F dimetacrylat, 1,1-bis(4-acryloxyetoxyphenyl)metan, 1,1-bis(4-metacryloxyetoxyphenyl)metan, 1,1-bis(4-acryloxydietoxyphenyl)metan, 1,1-bis(4-metacryloxydietoxyphenyl)metan, dimetylol trixyclodecan diacrylat, trimetylol propan triacrylat, trimetylol propan trimetacrylat, glyxerol diacrylat, glyxerol dimetacrylat, pentaerytritol triacrylat, pentaerytritol tetraacrylat, pentaerytritol tetrametacrylat, metyl thioacrylat, metyl thiometacrylat, phenyl thioacrylat, benzyl thiometacrylat, xylylen dithioldiacrylat, xylylen dithiol dimetacrylat, mercaptoetyl sulfua diacrylat, và mercaptoetyl sulfua dimetacrylat; các hợp chất alyl, như alyl glyxidyl ete, dialyl phtalat, dialyl terephtalat, dialyl isophtalat, dialyl cacbonat, và dietylen glycol bisalyal cacbonat; các hợp chất vinyl, như styren, clorostyren, metylstyren, bromostyren, dibromostyren, divinylbenzen, và 3,9-divinylspirobi(m-dioxan). Các hợp chất olefin này có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc dưới dạng hỗn hợp của hai hoặc nhiều hợp chất.

Theo sáng chế, hợp chất isoxyanat và hợp chất polythiol là các vật liệu thô, chất cải biến nhựa có thể được sử dụng với các lượng đề tỷ lệ mol của các nhóm

chức $(\text{NCO}+\text{NCS})/(\text{SH}+\text{OH})$ thường nằm trong khoảng từ 0,5 đến 3,0, tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,6 đến 2,0, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,8 đến 1,5.

Chế phẩm nhựa theo sáng chế có thể tùy ý còn gồm một hoặc nhiều chất phụ gia được chọn từ các chất nội tháo khuôn, chất hấp thụ UV, thuốc nhuộm, chất ổn định, và các chất tạo khí. Ví dụ, nhựa dành cho vật liệu trên cơ sở uretan có thể được sản xuất bằng cách phun chế phẩm nhựa, gồm hợp chất polythiol, hợp chất polyisoxyanat và tùy ý các chất phụ gia, vào khuôn, và lưu hóa chế phẩm nhựa trong khuôn. Một hoặc nhiều hợp chất có thể copolyme hóa bằng nhựa uretan có thể được bổ sung thêm vào chế phẩm nhựa. Các ví dụ về các hợp chất có thể copolyme hóa gồm các hợp chất epoxy, hợp chất thioepoxy, các hợp chất có các nhóm vinyl hoặc nhóm không no, và các hợp chất kim loại.

Hợp chất isoxyanat, hợp chất polythiol và chất xúc tác và các chất phụ gia thường được trộn ở nhiệt độ cao hơn 25°C để điều chế chế phẩm nhựa cho thấu kính quang học. Trong một vài trường hợp, nhiệt độ thấp hơn nhiều so với 25°C được ưu tiên đối với thời gian bảo quản vật liệu trong bình của chế phẩm nhựa. Nếu chất xúc tác và chất phụ gia không dễ dàng hòa tan trong các monome, chúng có thể được hòa tan trước trong isoxyanat, thiol hoặc hỗn hợp của các monome bằng cách gia nhiệt.

Nhựa polythiouretan theo sáng chế được sản xuất bằng trùng hợp đúc. Đầu tiên, chế phẩm có thể trùng hợp được phun vào khuôn, được giữ bằng miếng đệm hoặc băng. Trong nhiều trường hợp, ưu tiên tiến hành khử khí dưới áp suất giảm, lọc dưới áp suất hoặc áp suất giảm, v.v. phụ thuộc vào các đặc tính vật lý cần cho thấu kính bằng chất dẻo thu được. Các điều kiện trùng hợp có thể thay đổi lớn phụ thuộc vào chế phẩm có thể trùng hợp, loại và lượng chất xúc tác, hình dạng khuôn, v.v.. Sự trùng hợp được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ -50 đến 150°C trong thời gian từ 1 đến 50 giờ, nhưng không giới hạn các điều kiện này. Sự lưu hóa tốt hơn là được tiến hành trong thời gian từ 1 đến 48 giờ bằng cách duy trì nhiệt độ hoặc tăng dần nhiệt độ nằm trong khoảng từ 10 đến 150°C .

Nếu cần, nhựa polythiouretan có thể được xử lý nhiệt, ví dụ, bằng cách tôi. Việc xử lý nhiệt thường được tiến hành ở nhiệt độ nằm trong khoảng từ 50 đến 150°C , tốt hơn là nằm trong khoảng từ 90 đến 140°C , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 100 đến 130°C .

Nhựa polythiouretan theo sáng chế có thể được đúc thành các hình dạng khác nhau bằng cách thay đổi khuôn nhờ trùng hợp đúc. Các sản phẩm được đúc có thể được sử dụng theo các ứng dụng quang học khác nhau, gồm thấu kính đeo mắt, thấu kính máy quay phim, các điốt phát quang (light emitting diodes - LEDs). Nhựa polythiouretan theo sáng chế đặc biệt thích hợp để sử dụng cho vật liệu quang học và thiết bị quang học, như thấu kính đeo mắt, thấu kính máy quay phim, và điốt phát quang.

Các lớp bọc có thể được tạo thành trên một hoặc nhiều bề mặt của thấu kính dẻo sử dụng nhựa polythiouretan theo sáng chế. Dưới dạng các lớp bọc, có thể đề cập đến các lớp sơn lót, lớp phủ rắn, lớp chống phản chiếu, lớp màng phủ chống mờ, lớp chống gỉ, và lớp không thấm nước. Các lớp này có thể được sử dụng riêng lẻ hoặc có thể được sử dụng kết hợp để tạo thành cấu trúc nhiều lớp. Khi được dùng để tạo thành các lớp phủ trên cả hai bề mặt của thấu kính dẻo, các lớp phủ có thể giống hoặc khác nhau.

Vật liệu quang học gồm có nhựa trên cơ sở uretan theo sáng chế được mô tả bằng sự tẩy trắng hoặc sự nổi bọt bằng ít hơn. Ngoài ra, vật liệu quang học có thể được sản xuất với hiệu suất cao. Vật liệu quang học theo sáng chế có thể tùy ý được xử lý vật lý hoặc hóa học, ví dụ, bằng cách đánh bóng bề mặt, xử lý khử tĩnh điện, xử lý lớp bọc rắn, xử lý lớp bọc chống phản chiếu, xử lý bằng nhuộm hoặc thay đổi màu theo ánh sáng, với mục đích chống phản chiếu với mục đích truyền sự chống phản chiếu, độ cứng, tính chịu mòn, độ bền hóa học, chống mờ hoặc có khả năng rập theo khuôn cho vật liệu quang học. Nhựa uretan theo sáng chế có chỉ số khúc xạ cao cho thấy độ phát tán thấp, là ưu điểm đối với tính chịu nhiệt và tính bền, và thể hiện tính chống va chạm tốt mặc dù trọng lượng nhẹ của nó. Nhựa uretan thỏa mãn về màu sắc. Do các ưu điểm này, nhựa uretan theo sáng chế thích hợp để sử dụng cho các vật liệu quang học, như thấu kính và lăng kính, và có thể tìm thấy ứng dụng đặc biệt trong thấu kính, gồm thấu kính đeo mắt và thấu kính máy quay phim.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được giải thích chi tiết dựa vào các ví dụ sau đây. Tuy nhiên, các ví dụ này được đưa ra chỉ với mục đích minh họa và không dùng để giới hạn phạm vi của sáng chế.

Các phương pháp thử nghiệm

Thời gian bảo quản vật liệu trong bình, sự tẩy trắng nhựa, sự trùng hợp dị thể và đặc tính của thấu kính (chỉ số khúc xạ, hệ số Abbe và tính chịu nhiệt) được đánh giá bằng các phương pháp thử nghiệm sau đây.

Sự thay đổi độ nhớt được quan sát ở nhiệt độ 30°C sử dụng máy đo độ nhớt (SV-10, A&D Company Limited), và thời gian cần để tiến đến độ nhớt bằng 300cps được định rõ là thời gian bảo quản vật liệu trong bình.

Sự tẩy trắng nhựa được đánh giá là độ trong suốt của nhựa. Nhựa được bức xạ bằng đèn pha trong vùng tối. Sự che phủ thấu kính và sự có mặt của các vật liệu mờ đục được quan sát bằng mắt thường. Thấu kính được đánh giá là ‘○’ (không tẩy trắng) khi không có vật liệu che phủ và vật liệu chắn sáng được quan sát và đánh giá là ‘×’ (có tẩy trắng) khi quan sát thấy các vật liệu che phủ và vật liệu chắn sáng.

Sự trùng hợp dị thể (đường gạch chéo) được đánh giá bằng cách quan sát sự biến dạng quang học xuất hiện trong thấu kính sau khi thấu kính được bức xạ bằng đèn hồ quang (USH-102D, USHIO). Thấu kính được đánh giá là ‘○’ (không có sự trùng hợp dị thể) khi mẫu dị thể được quan sát trong bán kính 300mm từ tâm của thấu kính và được đánh giá là ‘×’ (sự trùng hợp dị thể) khi mẫu mẫu dị thể được quan sát trong bán kính 300mm từ tâm của thấu kính.

Chỉ số khúc xạ (nE) và hệ số Abbe được đo bằng cách sử dụng khúc xạ kế Abbe (IT và DR-M4, Atago) ở nhiệt độ 20°C.

Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh (Tg) được xác định bằng cách đo TMA bằng phương pháp thâm nhập nitơ có độ tinh khiết cao (tải trọng 20g, đầu trục 0,5mm Φ, tốc độ gia nhiệt 5°C/phút) (TMAQ400, thiết bị đo TA).

Ví dụ tổng hợp 1

532g 2-mercaptoetanol và 1010g natri hydroxit (dung dịch nước 25%) được trộn để điều chế dung dịch đồng nhất, và sau đó 300g epichlorhydrin được bổ sung từng giọt vào dung dịch ở nhiệt độ 40°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, hỗn hợp được khuấy thêm ở nhiệt độ 45°C trong thời gian 1 giờ. Hỗn hợp được làm mát đến nhiệt độ trong phòng, và 2040g dung dịch axit clohydric 35% và 926g thioure được bổ sung vào đó. Hỗn hợp được gia nhiệt bằng cách khuấy ở nhiệt độ 108°C trong thời gian 4 giờ. Sau đó, hỗn hợp tạo thành được

làm mát đến nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn, và 2000g dung dịch nước amoniac 25% được bổ sung từng giọt vào đó trong khi duy trì nhiệt độ ở nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thiện việc bổ sung từng giọt, tiến hành thủy phân ở nhiệt độ bên trong bằng 65°C trong thời gian 1 giờ. Tiếp đó, hỗn hợp phản ứng được chiết bằng 1000g toluen. Lớp hữu cơ được rửa bằng 500mL dung dịch axit clohydric 35%, được rửa một lần bằng 1000g nước, và được xử lý kiềm bằng dung dịch nước amoniac 0,5% (với lượng 1000g). Lớp chứa nước được loại bỏ và lớp hữu cơ được cô đặc dưới áp suất giảm, thu được 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol (GST) với lượng là 760g có độ pH=4,0.

Ví dụ tổng hợp 2

532g 2-mercaptoetanol và 1010g natri hydroxit (dung dịch nước 25%) được trộn để điều chế dung dịch đồng nhất, và tiếp đó 300g epichlorhydrin được bổ sung từng giọt vào dung dịch ở nhiệt độ 40°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, hỗn hợp được khuấy thêm ở nhiệt độ 45°C trong thời gian 1 giờ. Hỗn hợp được cho phép làm mát đến nhiệt độ trong phòng, và 2040g dung dịch axit clohydric 35% và 926g thioure được bổ sung vào đó. Hỗn hợp được gia nhiệt bằng cách khuấy ở nhiệt độ 108°C trong thời gian 4 giờ. Sau đó, hỗn hợp tạo thành được làm mát đến nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn, và 2000g dung dịch nước amoniac 25% được bổ sung từng giọt vào đó trong khi duy trì nhiệt độ ở nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, tiến hành thủy phân ở nhiệt độ bên trong bằng 65°C trong thời gian 1 giờ. Tiếp đó, hỗn hợp phản ứng được chiết bằng toluen với lượng 1000g. Lớp hữu cơ được rửa bằng 500mL dung dịch axit clohydric 35% và được rửa một lần bằng 1000g nước. Lớp chứa nước được loại bỏ. Lớp hữu cơ được cô đặc dưới áp suất giảm và dung dịch nước amoniac được bổ sung vào đó, thu được 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol (GST) với lượng 763g có độ pH=4,5.

Ví dụ tổng hợp 3

560g epichlorhydrin được bổ sung từ từ từng giọt vào hỗn hợp chứa 295g etandithiol và 10mL triethylamin ở nhiệt độ trong phòng được đặt đến nhiệt độ 40°C trong khi duy trì nhiệt độ ở 45°C. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, tiếp tục khuấy trong thời gian 1 giờ. Dung dịch đồng nhất được bổ sung từ từ từng giọt vào dung dịch đồng nhất chứa 2-mercaptoetanol với lượng 473g và 968g dung dịch

NaOH 25% trong đó duy trì nhiệt độ ở 45°C. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, hỗn hợp được khuấy thêm ở nhiệt độ 45°C trong thời gian 1 giờ. Hỗn hợp được cho phép làm mát đến nhiệt độ trong phòng, và 2040g axit clohydric 35% và 926g thioure được bổ sung vào đó. Hỗn hợp được gia nhiệt bằng cách khuấy ở nhiệt độ 108°C trong thời gian 4 giờ. Sau đó, hỗn hợp tạo thành được làm mát đến nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn, và 2000g dung dịch nước amoniac 25% được bổ sung từng giọt vào đó trong khi duy trì nhiệt độ ở 30°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, tiến hành thủy phân ở nhiệt độ bên trong bằng 65°C trong thời gian 1 giờ. Tiếp đó, hỗn hợp phản ứng được chiết bằng 1000g toluen. Lớp hữu cơ được rửa bằng 500mL dung dịch axit clohydric 35% và được rửa một lần bằng 1000g nước. Dung dịch nước được loại bỏ. Lớp hữu cơ được cô đặc dưới áp suất giảm và dung dịch nước amoniac được bổ sung vào đó, thu được hợp chất 1,2-bis(2-(2-mercaptoethylthio)-3-mercaptopropylthio)etan (ETS-4) với lượng là 1203g có độ pH=5,0.

Ví dụ so sánh 1

532g 2-mercaptoetanol và 1010g natri hydroxit (dung dịch nước 25%) được trộn để điều chế dung dịch đồng nhất, và tiếp đó 300g epiclohydrin được bổ sung từng giọt vào dung dịch ở nhiệt độ 40°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, hỗn hợp được khuấy ở nhiệt độ 45°C trong khoảng thời gian 1 giờ. Hỗn hợp được cho phép làm mát đến nhiệt độ trong phòng, và 2040g dung dịch axit clohydric 35% và 926g thioure được bổ sung vào đó. Hỗn hợp được gia nhiệt bằng cách khuấy ở nhiệt độ 108°C trong thời gian 4 giờ. Sau đó, hỗn hợp tạo thành được làm mát đến nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn, và 2000g dung dịch nước amoniac 25% được bổ sung từng giọt vào đó trong khi duy trì nhiệt độ ở 30°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, tiến hành thủy phân ở nhiệt độ bên trong bằng 65°C trong thời gian 1 giờ. Tiếp đó, hỗn hợp phản ứng được chiết bằng 1000g toluen. Lớp hữu cơ được rửa bằng 500mL dung dịch axit clohydric 35% và được rửa một lần bằng 1000g nước. Lớp chứa nước được loại bỏ và lớp hữu cơ được cô đặc dưới áp suất giảm, thu được hợp chất 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol (GST) với lượng 755g có độ pH=2,8.

Ví dụ so sánh 2

532g 2-mercaptoetanol và 1010g natri hydroxit (dung dịch nước 25%) được

trộn để điều chế dung dịch đồng nhất, và tiếp đó 300g epichlorhydrin được bổ sung từng giọt vào dung dịch ở nhiệt độ 40°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, hỗn hợp được khuấy ở nhiệt độ 45°C trong thời gian 1 giờ. Hỗn hợp được cho phép làm mát đến nhiệt độ trong phòng, và 2040g dung dịch axit clohydric 35% và 926g thioure được bổ sung vào đó. Hỗn hợp được gia nhiệt bằng cách khuấy ở nhiệt độ 108°C trong thời gian 4 giờ. Sau đó, hỗn hợp tạo thành được làm mát đến nhiệt độ 30°C hoặc thấp hơn, và 2000g dung dịch nước amoniac 25% được bổ sung từng giọt vào đó trong khi duy trì nhiệt độ ở 30°C hoặc thấp hơn. Sau khi hoàn thành việc bổ sung từng giọt, tiến hành thủy phân ở nhiệt độ bên trong bằng 65°C trong thời gian 1 giờ. Tiếp đó, hỗn hợp phản ứng được chiết bằng 1000g toluen. Lớp hữu cơ được rửa bằng 500mL dung dịch axit clohydric 35% và được rửa một lần bằng 1000g nước. Lớp chứa nước được loại bỏ. Lớp hữu cơ được cô đặc dưới áp suất giảm và dung dịch nước amoniac được bổ sung vào đó, thu được hợp chất 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol (GST) với lượng 769g có độ pH=7,5.

Ví dụ 1

56g isophoron diisoxyanat, 44g 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol (GST) có độ pH=4,0, 0,1g dibutyltin diclorua, HTAQ (20ppm) và PRD (10ppm) là thuốc nhuộm hữu cơ, 1,5g HOPBT là chất hấp thụ UV, và 0,1g chất nội tháo khuôn (Zelec UN, STEPAN) được làm đồng nhất và hòa tan ở nhiệt độ 20°C. Dung dịch đồng nhất được khử khí ở 400Pa trong thời gian 1 giờ, lọc qua bộ lọc PTFE 1µm, và được phun vào mẫu khuôn gồm có khuôn thủy tinh và băng. Mẫu khuôn được đặt trong lò trùng hợp và được gia nhiệt dần đến khoảng nhiệt độ từ 25°C đến 130°C trong thời gian 21 giờ. Sau khi kết thúc phản ứng trùng hợp, mẫu khuôn được lấy ra khỏi lò. Khả năng giải phóng nhựa từ mẫu khuôn là rất tốt. Nhựa được tôi ở nhiệt độ 130°C trong thời gian 4 giờ. Nhựa được tạo thành có chỉ số khúc xạ (nE) bằng 1,601, hệ số Abbe bằng 39, và độ chịu nhiệt (Tg) bằng 116°C. Trạng thái của dung dịch trước khi phun vào mẫu khuôn được quan sát bằng mắt thường. Kết quả là xác nhận được sự có mặt của các tạp chất sau khi tháo khuôn, không có sự khác thường nào được quan sát. Không có sự tẩy trắng được quan sát và nhựa được tìm thấy có chất lượng ổn định. Các kết quả đánh giá được chỉ ra trong Bảng 1.

Các ví dụ từ 2 đến 6

Theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, các chế phẩm được điều chế như được chỉ ra trong Bảng 1 và được sử dụng để sản xuất thấu kính. Các kết quả đánh giá được chỉ ra trong Bảng 1.

Ví dụ so sánh 1

56g isophoron diisoxyanat, 44g 2,3-bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol (GST) có độ pH=2,8, 0,1g dibutyltin diclorua, HTAQ (20ppm) và PRD (10ppm) là các thuốc nhuộm hữu cơ, 1,5g HOPBT là chất hấp thụ UV, và 0,1g chất nội tháo khuôn (Zelec UN, STEPAN) được làm đồng nhất và được hòa tan ở nhiệt độ 20°C. Dung dịch đồng nhất được khử khí ở 400Pa trong thời gian 1 giờ, lọc qua một bộ lọc PTFE 1µm, và phun vào mẫu khuôn gồm có khuôn thủy tinh và băng. Mẫu khuôn được đặt trong lò trùng hợp và được gia nhiệt dần từ 25°C đến 130°C trong thời gian 21 giờ. Sau khi kết thúc phản ứng trùng hợp, mẫu khuôn được lấy ra khỏi lò. Khả năng giải phóng nhựa từ mẫu khuôn là tốt. Nhựa được tôi ở nhiệt độ 130°C trong thời gian 4 giờ. Nhựa tạo thành có chỉ số khúc xạ (nE) bằng 1,602, hệ số Abbe bằng 39, và độ chịu nhiệt (Tg) bằng 116°C. Trạng thái của dung dịch trước khi phun vào mẫu khuôn được quan sát bằng mắt thường. Kết quả là xác định được sự có mặt của các tạp chất sau khi tháo khuôn, không quan sát thấy sự bất bình thường nhưng quan sát thấy sự tẩy trắng mạnh. Các kết quả đánh giá được chỉ ra trong Bảng 1.

Ví dụ so sánh 2

Theo cách tương tự như trong Ví dụ so sánh 1, các chế phẩm được điều chế như được chỉ ra trong Bảng 1 và được sử dụng để sản xuất thấu kính. Các kết quả đánh giá được chỉ ra trong Bảng 1.

Bảng 1

		Ví dụ số						Ví dụ so sánh số	
		1	2	3	4	5	6	1	2
Chế phẩm monome (g)	GST (pH 4,0)	44,00		47,04					
	GST (pH 4,5)				48,45		44,00		

	ETS-4 (pH 5,0)		48,90			52,09			
	GST (pH 2,8)							44,00	
	GST (pH 7,5)								44,00
	IPDI	56,00	51,10	30,15	18,63	27,28	56,00	56,00	56,00
	HDI			22,81	32,90	20,64			
Chất tháo khuôn (g)	Zelec UN	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Chất hấp thụ (g)	HOPBT	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Chất khơi mào phản ứng trùng hợp (g)	BTC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Các thuốc nhuộm hữu cơ	HTAQ	20	20	20	20	20	20	20	20
	PRD	10	10	10	10	10	10	10	10
Các đặc tính vật lý của thấu kính	Chỉ số khúc xạ (nE, 20°C)	1,601	1,611	1,608	1,609	1,614	1,601	1,60	1,601
	Hệ số Abbe	39	38	38	38	38	38	38	38
	Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh (T _g , °C)	116	115	97	82	96	116	116	116
	Sự trùng hợp dị thể	○	○	○	○	○	○	○	×
	Sự tẩy trắng	○	○	○	○	○	○	×	○

Như có thể quan sát thấy từ các kết quả trong Bảng 1, sử dụng các hợp chất polythiol (pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7) được xử lý bằng dung dịch nước amoniac làm dung dịch bazơ hoặc được bổ sung vào dung dịch bazơ có thể ngăn

chặn xuất hiện của sự tẩy trắng, đây là vấn đề gặp phải khi sử dụng hợp chất polythiol có độ pH=2,8 và hợp chất cơ thiếc làm chất xúc tác. Ngoài ra, các hợp chất polythiol có thể trộn lẫn đồng đều với isoxyanat và có thể được sử dụng để sản xuất nhựa polythiouretan thích hợp để sử dụng làm nhựa trong suốt dành cho thấu kính quang học. Cụ thể là, các hợp chất polythiol có thể trộn lẫn đồng đều với isoxyanat, trải qua các thay đổi nhỏ về tốc độ trùng hợp, và có thể được sử dụng để sản xuất thấu kính quang học mà không cần tẩy trắng quá nhiều. Nếu trị số độ pH của các hợp chất polythiol trong các Ví dụ từ 1 đến 2 không được điều chỉnh bằng dung dịch bazơ hữu cơ hoặc vô cơ, như alkali hydroxit hoặc amin (gồm chất rắn và chất khí), các hợp chất polythiol được trùng hợp từ từ và có thời gian bảo quản trong bình dài. Tuy nhiên, việc điều chỉnh độ pH của các hợp chất thiol bằng cách xử lý bằng dung dịch bazơ cải thiện tính có thể trộn lẫn của các hợp chất polythiol với isoxyanat, làm tăng tốc độ trùng hợp của hợp chất polythiol đến mức độ nhất định, và có thể giải quyết các vấn đề về sự tẩy trắng và sự trùng hợp dị thể. Các kết quả này dẫn đến một kết luận về các hợp chất polythiol có trị số độ pH của chúng được điều chỉnh bằng dung dịch bazơ có thể trộn lẫn đồng đều và thích hợp để sử dụng trong sản xuất nhựa polythiouretan có chất lượng ổn định.

Các chữ viết tắt

Monome

IPDI: Isophoron diisoxyanat

HDI: Hexametylen-1,6-diisoxyanat

GST: 2,3-Bis(2-mercaptoethylthio)propan-1-thiol

ETS-4: 1,2-Bis(2-(2-mercaptoethylthio)-3-mercaptopropylthio)etan

Chất tháo khuôn

ZELEC UN: Hợp chất phosphat (ZELEC UNTM, Stepan)

Chất hấp thụ UV

HOPBT: 2-(2'-hydroxy-5'-t-octylphenyl)benzotriazol

Các thuốc nhuộm hữu cơ

HTAQ: 1-Hydroxy-4-(p-toluidin)antraquinon

PRD: thuốc nhuộm Perinone

Chất khơi mào phản ứng trùng hợp

BTC: Dibutyltin diclorua

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất nhựa dùng cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan, phương pháp này bao gồm các bước:

(a) điều chỉnh độ pH của hợp chất polythiol nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7, và

(b) trộn hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7 với hợp chất polyisoxyanat và hợp chất cơ thiếc làm chất xúc tác để tạo ra chế phẩm nhựa, sau đó trùng hợp đúc, trong đó hợp chất polyisoxyanat được chọn từ một hoặc nhiều nhóm gồm isophoron diisoxyanat, dixyclohexylmetan-4,4-diisoxyanat (H_{12} MDI), hexametylen diisoxyanat.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó độ pH của hợp chất polythiol được điều chỉnh nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7 bằng cách bổ sung vật liệu bazơ hữu cơ hoặc vô cơ.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó vật liệu bazơ hữu cơ hoặc vô cơ là amoniac, khí amoniac, amin bậc một, amin bậc hai, amin bậc ba, amin bậc bốn, polyamin, dung dịch kiềm, hoặc hỗn hợp của chúng.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó vật liệu bazơ hữu cơ hoặc vô cơ được chọn từ nhóm gồm: các hợp chất amin bậc một đơn chức, gồm amoniac, khí amoniac, etylamin, n-propylamin, isopropylamin, n-butylamin, sec-butylamin, t-butylamin, pentylamin, hexylamin, heptylamin, octylamin, dexylamin, laurylamin, myristylamin, 3-pentylamin, 2-etylhexylamin, 1,2-dimetylhexylamin, alylamin, aminometylbixycloheptan, xyclopentylamin, xyclohexylamin, 2,3-dimetylxcyclohexylamin, aminometylxcyclohexan, anilin, benzylamin, phenetylamin, 2,3- và 4-metylbenzylamin, o-, m- và p-metylanilin, o-, m- và p-etylanilin, aminomorpholin, naphtylamin, furfurylamin, α -aminodiphenylmetan, toluidin, aminopyridin, aminophenol, aminoetanol, 1-aminopropanol, 2-aminopropanol, aminobutanol, aminopentanol, aminohexanol, metoxyetylamin, 2-(2-aminoetoxy)etanol, 3-etoxypropylamin, 3-propoxypropylamin, 3-butoxypropylamin, 3-isopropoxypropylamin, 3-isobutoxypropylamin, và 2,2-dietoxyetylamin; các hợp chất polyamin bậc một, bao gồm etylendiamin, 1,2- và 1,3-diaminopropan, 1,2-, 1,3- và 1,4-diaminobutan, 1,5-diaminopentan, 1,6-

diaminohexan, 1,7-diaminoheptan, 1,8-diaminooctan, 1,10-diaminodecan, 1,2-, 1,3- và 1,4-diaminoxyclohexan, o-, m- và p-diaminobenzen, 3,4- và 4,4'-diaminobenzophenon, 3,4- và 4,4'-diaminodiphenylete, 4,4'-diaminodiphenylmetan, 4,4'-diaminodiphenylsulfua, 3,3'- và 4,4'-diaminodiphenylsulfon, 2,7-diaminofloren, 1,5-, 1,8- và 2,3-diaminonaphtalen, 2,3-, 2,6- và 3,4-diaminopyridin, 2,4- và 2,6-diaminotoluen, m- và p-xylylendiamin, isophorondiamin, diaminometylbixycloheptan, 1,3- và 1,4-diaminometylxyclohexan, 2- và 4-aminopiperidin, 2- và 4-aminometylpiperidin, 2- và 4-aminoetylpiperidin, N-aminoetylmorpholin, và N-aminopropylmorpholin; các hợp chất amin bậc hai đơn chức, bao gồm dietylamin, dipropylamin, di-n-butylamin, di-sec-butylamin, diisobutylamin, di-n-pentylamin, di-3-pentylamin, dihexylamin, dioctylamin, di(2-etylhexyl)amin, metylhexylamin, dialylamin, N-metylalylamin, piperidin, pyrrolidin, diphenylamin, N-metylamin, N-etylamin, dibenzylamin, N-metylbenzylamin, N-etylbenzylamin, dixyclohexylamin, N-metylanilin, N-etylanilin, dinaphtylamin, 1-metylpiperazin, và morpholin; các hợp chất polyamin bậc hai và bậc ba, bao gồm N,N'-dimetyletylendiamin, N,N'-dimetyl-1,2-diaminopropan, N,N'-dimetyl-1,3-diaminopropan, N,N'-dimetyl-1,2-diaminobutan, N,N'-dimetyl-1,3-diaminobutan, N,N'-dimetyl-1,4-diaminobutan, N,N'-dimetyl-1,5-diaminopentan, N,N'-dimetyl-1,6-diaminohexan, N,N'-dimetyl-1,7-diaminoheptan, N,N'-dietyletylendiamin, N,N'-dietyl-1,2-diaminopropan, N,N'-dietyl-1,3-diaminopropan, N,N'-dietyl-1,2-diaminobutan, N,N'-dietyl-1,3-diaminobutan, N,N'-dietyl-1,4-diaminobutan, N,N'-dietyl-1,5-diaminopentan, N,N'-dietyl-1,6-diaminohexan, N,N'-dietyl-1,7-diaminoheptan, piperazin, 2-metylpiperazin, 2,5-dimetylpiperazin, 2,6-dimetylpiperazin, homopiperazin, 1,1-di-(4-piperidyl)metan, 1,2-di-(4-piperidyl)etan, 1,3-di-(4-piperidyl)propan, 1,4-di-(4-piperidyl)butan, và tetrametylguanidin, và hỗn hợp của chúng.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hợp chất polythiol được chọn từ nhóm gồm 4-mercaptometyl-1,8-dimercapto-3,6-dithiaoctan, 2,3-bis(2-mercaptoetylthio)propan-1-thiol, 2,2-bis(mercaptometyl)-1,3-propandithiol, bis(2-mercaptoetyl)sulfua, tetrakis(mercaptometyl)metan; 2-(2-mercaptoetylthio)propan-1,3-dithiol, 2-(2,3-bis(2-mercaptoetylthio)propylthio)etanthiol, bis(2,3-dimercaptopropanyl)sulfua, bis(2,3-dimercaptopropanyl)disulfua, 1,2-bis(2-mercaptoetylthio)-3-mercaptopropan, 1,2-bis(2-(2-mercaptoetylthio)-3-mercaptopropylthio)etan, bis(2-

(2-mercaptoethylthio)-3-mercaptopropyl)sulfua, 2-(2-mercaptoethylthio)-3-2-mercapto-3-[3-mercapto-2-(2-mercaptoethylthio)-propylthio]propylthio-propan-1-thiol, 2,2-bis-(3-mercapto-propionyloxymetyl)-butyl este, 2-(2-mercaptoethylthio)-3-(2-(2-[3-mercapto-2-(2-mercaptoethylthio)-propylthio]etylthio)etylthio)propan-1-thiol, (4R,11S)-4,11-bis(mercaptometyl)-3,6,9,12-tetrathiatetradecan-1,14-dithiol, (S)-3-((R-2,3-dimercaptopropyl)thio)propan-1,2-dithiol, (4R,14R)-4,14-bis(mercaptometyl)-3,6,9,12,15-pentathiaheptan-1,17-dithiol, (S)-3-((R-3-mercapto-2-((2-mercaptoetyl) thio)propyl)thio)propyl)thio)-2-((2-mercaptoetyl)thio)propan-1-thiol, 3,3'-dithiobis(propan-1,2-dithiol), (7R,11S)-7,11-bis(mercaptometyl)-3,6,9,12,15-pentathiaheptadecan-1,17-dithiol, (7R,12S)-7,12-bis(mercaptometyl)-3,6,9,10,13,16-hexathiaoctadecan-1,18-dithiol, 5,7-dimercaptometyl-1,11-dimercapto-3,6,9-trithiaundecan, 4,7-dimercaptometyl-1,11-dimercapto-3,6,9-trithiaundecan, 4,8-dimercaptometyl-1,11-dimercapto-3,6,9-trithiaundecan, pentaerytritol tetrakis(3-mercaptopropionat), trimetylolpropan tris(3-mercaptopropionat), pentaerytritol tetrakis(2-mercaptoaxetat), bispentaerytritol-ete-hexakis(3-mercaptopropionat), 1,1,3,3-tetrakis(mercaptometylthio)propan, 1,1,2,2-tetrakis(mercaptometylthio)etan, 4,6-bis(mercaptometylthio)-1,3-dithian, 2-(2,2-bis(mercaptodimetylthio)etyl)-1,3-dithietan, và hỗn hợp của chúng.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm nhựa còn bao gồm một hoặc nhiều hợp chất polythiol không được xử lý bằng vật liệu bazơ.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chế phẩm nhựa còn bao gồm ít nhất một trong số các hợp chất iso(thio)xyanat được chọn từ nhóm gồm: các hợp chất isoxyanat béo, gồm 2,2-dimetylpentan diisoxyanat, 2,2,4-trimetylhexan diisoxyanat, buten diisoxyanat, 1,3-butadien-1,4-diisoxyanat, 2,4,4-trimetylhexametylen diisoxyanat, 1,6,11-undecatriisoxyanat, 1,3,6-hexametylen triisoxyanat, 1,8-diisoxyanat-4-isoxyanatometyloctan, bis(isoxyanatoetyl)cacbonat, và bis(isoxyanatoetyl)ete; các hợp chất isoxyanat vòng béo, gồm isophoron diisoxyanat, 1,2-bis(isoxyanatometyl)xyclohexan, 1,3-bis(isoxyanatometyl)xyclohexan, 1,4-bis(isoxyanatometyl)xyclohexan, dixyclohexylmetan diisoxyanat, xyclohexan diisoxyanat, metylxyclohexan diisoxyanat, dixyclohexyldimetylmetan isoxyanat, và 2,2-

dimetyldixyclohexylmetan isoxyanat; hợp chất isoxyanat thơm, gồm bis(isoxyanatoetyl)benzen, bis(isoxyanatopropyl)benzen, bis(isoxyanatobutyl)benzen, bis(isoxyanatometyl)naphtalen, bis(isoxyanatometyl)diphenylete, phenylen diisoxyanat, etylphenylen diisoxyanat, isopropylphenylen diisoxyanat, dimetylphenylen diisoxyanat, dietylphenylen diisoxyanat, diisopropylphenylen diisoxyanat, trimetylbenzen triisoxyanat, benzen triisoxyanat, biphenyl diisoxyanat, toluidin diisoxyanat, 4,4-diphenylmetan diisoxyanat, 3,3-dimetyldiphenylmetan-4,4-diisoxyanat, bibenzyl-4,4-diisoxyanat, bis(isoxyanatophenyl)etylen, 3,3-dimetoxybiphenyl-4,4-diisoxyanat, hexahydrobenzen diisoxyanat, và hexahydrodiphenylmetan-4,4-diisoxyanat; các hợp chất isoxyanat béo chứa lưu huỳnh, gồm bis(isoxyanatoetyl)sulfua, bis(isoxyanatopropyl)sulfua, bis(isoxyanatohexyl)sulfua, bis(isoxyanatometyl)sulfon, bis(isoxyanatometyl)disulfua, bis(isoxyanatopropyl)disulfua, bis(isoxyanatometylthio)metan, bis(isoxyanatoetylthio)metan, bis(isoxyanatoetylthio)etan, bis(isoxyanatometylthio)etan, và 1,5-diisoxyanato-2-isoxyanatometyl-3-thiapentan; hợp chất isoxyanat thơm chứa lưu huỳnh, bao gồm diphenylsulfua-2,4-diisoxyanat, diphenylsulfua-4,4-diisoxyanat, 3,3-dimetoxy-4,4-diisoxyanatodibenzylthioete, bis(4-isoxyanatometylbenzen)sulfua, 4,4-metoxybenzenthioetylen glycol-3,3-diisoxyanat, diphenyldisulfua-4,4-diisoxyanat, 2,2-dimetyldiphenyldisulfua-5,5-diisoxyanat, 3,3-dimetyldiphenyldisulfua-5,5-diisoxyanat, 3,3-dimetyldiphenyldisulfua-6,6-diisoxyanat, 4,4-dimetyldiphenyldisulfua-5,5-diisoxyanat, 3,3-dimetoxy diphenyldisulfua-4,4-diisoxyanat, và 4,4-dimetoxydiphenyldisulfua-3,3-diisoxyanat; và các hợp chất isoxyanat dị vòng chứa lưu huỳnh, gồm 2,5-diisoxyanatothiophen, 2,5-bis(isoxyanatometyl)thiophen, 2,5-diisoxyanatotetrahydrothiophen, 2,5-bis(isoxyanatometyl)tetrahydrothiophen, 3,4-bis(isoxyanatometyl)tetrahydrothiophen, 2,5-diisoxyanato-1,4-dithian, 2,5-bis(isoxyanatometyl)-1,4-dithian, 4,5-diisoxyanato-1,3-dithiolan, 4,5-bis(isoxyanatometyl)-1,3-dithiolan, và 4,5-bis(isoxyanatometyl)-2-metyl-1,3-dithiolan.

8. Chế phẩm nhựa dùng cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan, chế phẩm này bao gồm:

(a) hợp chất polythiol có độ pH nằm trong khoảng từ 3,1 đến 7;

(b) hợp chất polyisoxyanat được chọn từ một hoặc nhiều nhóm gồm isophoron diisoxyanat, dixyclohexylmetan-4,4-diisoxyanat ($H_{12}MDI$), hexametylen diisoxyanat; và

(c) hợp chất cơ thiếc làm chất xúc tác.

9. Nhựa dùng cho vật liệu quang học trên cơ sở thiouretan được sản xuất bằng phương pháp theo điểm 1.

10. Thấu kính quang học bao gồm nhựa theo điểm 9.

11. Thấu kính quang học theo điểm 10, trong đó thấu kính quang học là thấu kính đeo mắt.