



(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)



1-0036670

(51)<sup>2020.01</sup> C08L 67/04; C08K 3/012; C08K 7/18; (13) B  
C08J 5/18; C08K 3/26

(21) 1-2020-07280

(22) 11/09/2019

(86) PCT/JP2019/035780 11/09/2019

(87) WO2020/084945 30/04/2020

(30) 2018-202229 26/10/2018 JP

(45) 25/08/2023 425

(43) 26/04/2021 397

(73) TBM CO., LTD. (JP)

15th floor, Toho Hibiya Building, 1-2-2, Yurakucho, Chiyoda-ku, Tokyo 1000006  
Japan

(72) TERADA Takahiko (JP).

(74) Công ty Luật TNHH ROUSE Việt Nam (ROUSE LEGAL VIETNAM LTD.)

(54) SẢN PHẨM ĐÚC BẰNG NHỰA CÓ THỂ PHÂN HỦY SINH HỌC ĐƯỢC,  
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT SẢN PHẨM ĐÚC BẰNG NHỰA CÓ THỂ PHÂN  
HỦY SINH HỌC ĐƯỢC, VÀ CÁC VIÊN ĐƯỢC SỬ DỤNG CỦA NHỰA CÓ THỂ  
PHÂN HỦY SINH HỌC ĐƯỢC NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được mà có khả năng gia công nổi trội và đủ độ bền làm sản phẩm đúc, là có lợi về giá thành và đồng thời, có khả năng phân hủy sinh học nổi trội, cụ thể là, khả năng phân hủy sinh học trong nước biển, và phương pháp sản xuất sản phẩm đúc này, và các viên được sử dụng của nó. Sản phẩm đúc được sản xuất nhờ sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng. Ngoài ra, sáng chế đề cập đến viên bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được, và phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được.

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được, phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được này, và các viên được sử dụng của nó. Cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được có khả năng phân hủy sinh học nổi trội trong môi trường, cụ thể là khả năng phân hủy sinh học trong nước biển, phương pháp sản xuất sản phẩm đúc phân hủy sinh học được này, và các viên được sử dụng của nó.

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

Thông thường là, các nhựa có thể phân hủy sinh học được tạo thành từ axit polylactic đã được chú ý đến là các nhựa thân thiện với môi trường do nhựa được đưa trở lại thành các chất mà tồn tại ban đầu trong tự nhiên do các hoạt động như thủy phân trong môi trường và trao đổi chất của vi sinh vật, và là các nhựa được sử dụng rộng rãi và được mong đợi được sử dụng rộng rãi hơn trong tương lai.

Axit polylactic có độ bền cơ học có thể so với các chất dẻo có mục đích chung nhưng có độ chịu nhiệt kém so với các polyester hóa dầu được đại diện bởi polyetylen terephtalat và polybutylen terephtalat. Ngoài ra, axit polylactic có độ cứng tương đối nổi trội nhưng thiếu độ mềm dẻo và khả năng gia công và kém hơn về độ nhẹ do trọng lượng riêng cao.

Nói chung là, các nhựa có thể phân hủy sinh học được có chi phí sản xuất cao và giá thành đắt đỏ. Vấn đề này là vấn đề chính để thay thế các chất dẻo trong ngành hóa dầu và phổ biến các nhựa có thể phân hủy sinh học được.

Hơn nữa, mặc dù các sản phẩm đúc chứa các nhựa có thể phân hủy sinh học được như axit polylactic được nói đến là có khả năng phân hủy sinh học, phản

ứng thủy phân, là bước xác định tốc độ, là tương đối thấp, cụ thể là gần với nhiệt độ phòng. Do đó, cần mất thời gian cho đến khi các vi sinh vật đưa sản phẩm đúc quay trở lại vào các tài nguyên. Cụ thể là, đối với sản phẩm đúc như các vật chứa, việc phân hủy do hoạt tính của enzym xảy ra từ bề mặt của sản phẩm đúc, và do đó mất thời gian đáng kể để phân hủy hoàn toàn nhựa có thể phân hủy sinh học được mà tạo thành sản phẩm đúc. Do đó, đặc tính phân hủy sinh học không được ứng dụng hoàn toàn và có nhiều vấn đề để cải thiện, cụ thể là trong trường hợp xem xét việc ô nhiễm nước biển và vấn đề tương tự.

Như được mô tả nêu trên, có nhiều vấn đề vẫn tồn tại trong việc phổ biến các sản phẩm mà sử dụng các nhựa có thể phân hủy sinh học được và các nghiên cứu và phát triển khác nhau đã được thực hiện cho đến nay. Mặc dù các vấn đề mà mỗi trong số các nghiên cứu của các nhà nghiên cứu là khác nhau, nhưng nhờ một trong các hướng nghiên cứu, các kỹ thuật đã được phát triển mà trong đó các hạt độn được trộn với nhựa có thể phân hủy sinh học được và các khe hở giữa các hạt độn và nền nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo thành bằng tác dụng kéo căng sau khi chế phẩm này mà trong đó các hạt độn được trộn với nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo thành sản phẩm giống như tấm.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ, đối với màng thoáng khí (breathable film) được sử dụng trong lĩnh vực y tế, màng thoáng khí có các đặc tính ở chỗ mạng này chứa hỗn hợp các hạt độn và nhựa có thể phân hủy sinh học được và các khe hở được tạo thành xung quanh các hạt độn bằng cách kéo giãn để đẩy nhanh việc thấm hơi nước. Trong tài liệu sáng chế 1 này, các hạt độn được sử dụng chủ yếu để tạo thành các khe hở của các ô kín xung quanh các hạt bằng cách kéo căng, tức là, để tạo thành các khe hở có tính thấm khí nhưng không có tính thấm chất lỏng.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ màng co do nhiệt được tạo thành bằng cách kéo căng màng chứa nhựa trên cơ sở axit polylactic làm thành phần chính, nhựa dẻo nhiệt không tương hợp với nhựa trên cơ sở axit polylactic làm thành phần khác, và chất độn trong ít nhất một hướng, trong đó độ xóp sau khi kéo căng là 5%

hoặc lớn hơn và nhỏ hơn 24% và tỷ lệ co theo hướng co chính là 20% hoặc lớn hơn khi màng này được nhúng vào nước ấm là 80°C trong thời gian 10 giây. Trong tài liệu sáng chế 2 này, các khe hở được xem là được tạo thành bằng cách kéo căng tại mặt phân cách giữa nhựa trên cơ sở axit polylactic và nhựa dẻo nhiệt mà không tương hợp với nhựa trên cơ sở axit polylactic và chất độn được sử dụng với mục đích hỗ trợ trong việc thể hiện đặc tính chấn sáng do các khe hở.

Tài liệu sáng chế 3 bộc lộ màng trên cơ sở axit polylactic bao gồm lớp thứ nhất chứa nhựa trên cơ sở axit polylactic và chất độn, và lớp thứ hai chứa nhựa trên cơ sở axit polylactic làm thành phần chính trên ít nhất một bề mặt của lớp thứ nhất, trong đó trọng lượng riêng biểu kiến của toàn bộ màng là 1,1 g/cm<sup>3</sup> hoặc nhỏ hơn. Trong tài liệu sáng chế 3, chất độn cũng được sử dụng để tạo thành các khe hở quanh các hạt bằng cách kéo căng và giảm trọng lượng bằng cách tạo thành các khe hở.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ dải bao gói trên cơ sở axit polylactic đặc trưng ở chỗ, chế phẩm nhựa chứa axit polylactic chứa axit polylactic dạng tinh thể làm thành phần chính, chất dẻo hóa, và chất độn vô cơ làm các cấu tử được kéo căng theo hướng chiều dài, và nhờ đó các khe hở tồn tại do sự tách lớp mặt phân cách giữa bề mặt của chất độn vô cơ và axit polylactic gây ra do việc kéo căng này. Trong tài liệu sáng chế 4, việc sử dụng axit polylactic chứa tinh thể axit polylactic làm thành phần chính tạo ra khả năng phân hủy sinh học và độ cứng và hỗn hợp của chất dẻo hóa tạo ra tính mềm dẻo bằng cách đẩy nhanh sự dẻo hóa axit polylactic. Ngoài ra, việc trộn chất độn vô cơ và kéo căng chế phẩm nhựa theo hướng chiều dài còn tạo ra tính mềm dẻo bằng cách tạo thành các khe hở do việc tách lớp mặt phân cách giữa bề mặt của chất độn vô cơ và axit polylactic gây ra do việc kéo căng này. Chất độn vô cơ cũng được xem xét để tạo ra hiệu quả làm chất bôi trơn.

Tài liệu sáng chế 5 đề xuất chất độn nhựa màu (masterbatch) thu được bằng cách trộn đồng nhất các hạt độn có đường kính hạt trung bình từ 0,5 đến 40 µm với lượng lớn từ 50% theo khối lượng đến 75% theo khối lượng so với nhựa có

thể phân hủy sinh học được cụ thể. Chất độn nhựa màu này được xem là được sử dụng để trộn đồng nhất chất độn này trong sản phẩm đúc chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt độn với 45% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Như được mô tả nêu trên, trong các kỹ thuật được bộc lộ trong các tài liệu sáng chế 1, 3, và 4, các khe hở được tạo thành quanh các hạt độn bằng cách trộn các hạt độn với nhựa có thể phân hủy sinh học được và kéo căng chế phẩm thu được để cải thiện, ví dụ, giảm trọng lượng, tính mềm dẻo, và tính thấm khí của sản phẩm nhựa. Trong kỹ thuật được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2, các hạt độn cũng được sử dụng về cơ bản chỉ đóng vai trò làm chất phụ trợ bảo vệ nhẹ. Do đó, lượng các hạt độn được trộn trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được là tương đối nhỏ và do đó cải thiện khả năng phân hủy sinh học trong môi trường và sự cải thiện về độ bền nhiệt không thể mong đợi được. Kỹ thuật này như được mô tả trong tài liệu sáng chế 5 là phương pháp có hiệu quả để phân tán đồng nhất chất độn trong nhựa có thể phân hủy sinh học được để thu được chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bằng cách trộn các hạt độn với lượng là 45% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn. Tuy nhiên, kỹ thuật chỉ đơn thuần ứng dụng phương pháp chất độn nhựa màu để đạt được hỗn hợp các chất phụ gia đồng nhất chung. Tương tự với các kỹ thuật được mô tả nêu trên, kỹ thuật này cũng không thể mong đợi được để cải thiện trong môi trường và cải thiện độ chịu nhiệt. Trong tài liệu sáng chế 5, bột talc được minh họa là các hạt độn và được sử dụng trong các ví dụ được bộc lộ. Tuy nhiên, các hạt khoáng silicat như bột talc và mica đã được biết là các hạt khoáng mà đẩy nhanh sự kết tinh của axit polylactic bằng cách đóng vai trò mạnh mẽ làm chất kết tinh tinh thể. Các hạt khoáng này có một khía cạnh mà trong đó sự cải thiện về độ chịu nhiệt có thể được mong đợi. Ngược lại, khả năng đúc khuôn và khả năng phân hủy sinh học có khuynh hướng xấu đi.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bản dịch tiếng Nhật của công bố đơn sáng chế quốc tế

PCT số 2004-532901

Tài liệu sáng chế 2: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2008-255134

Tài liệu sáng chế 3: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2013-022803

Tài liệu sáng chế 4: Công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2002-264967

Tài liệu sáng chế 5: Công bố đơn sáng chế Mỹ số 2008-0064812

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

#### **Vấn đề kỹ thuật**

Sáng chế được thực hiện đối với các tình huống nêu trên và mục đích của sáng chế là đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó bột chất vô cơ được trộn mà có khả năng gia công tuyệt vời và đủ độ bền như trong sản phẩm đúc, có lợi về giá thành, và đồng thời, có khả năng phân hủy sinh học trong môi trường, cụ thể là, khả năng phân hủy sinh học trong nước biển, phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được, và các viên được sử dụng của nó.

#### **Giải pháp cho vấn đề**

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu và điều tra chuyên sâu để giải quyết các vấn đề nêu trên. Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, để tăng cường khả năng phân hủy sinh học của sản phẩm chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được, có hiệu quả đáng kể rằng các hạt canxi cacbonat nặng, tức là, các hạt canxi cacbonat thu được bằng cách nghiền và phân loại cơ học nguyên liệu tự nhiên chủ yếu chứa  $\text{CaCO}_3$  như đá vôi, được sử dụng làm chất độn của bột chất vô cơ sẽ được trộn vào nhựa có thể phân hủy sinh học được, và các hạt canxi cacbonat nặng được trộn trong khoảng 50% theo khối lượng hoặc lớn hơn của toàn bộ chế phẩm. Cụ thể hơn là, đã phát hiện ra rằng, trong sản phẩm đúc sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được mà trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được trộn với lượng lớn, có trạng thái mà số khe hở mịn lớn mà xung quanh đó nhựa có thể phân hủy sinh học được không kết dính vào bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng được tạo thành hoặc trạng thái mà phần lớn mà trong đó sự kết dính yếu tồn tại đáng kể, ngay sau khi đúc sản phẩm đúc tại mặt

phân cách của nhựa có thể phân hủy sinh học được cấu thành nên và các hạt canxi cacbonat nặng ngay cả khi không cần áp dụng việc xử lý như kéo căng, cụ thể là, tại thời điểm đúc do các hạt canxi cacbonat nặng có diện tích bề mặt riêng lớn nhờ hình dạng vô định hình hoặc tương tự bắt nguồn từ lịch sử sản xuất của nó. Do đó, trong sản phẩm đúc, được cho rằng diện tích bề mặt của nhựa có thể phân hủy sinh học được trở nên lớn đáng kể ngoài lượng lớn các hạt canxi cacbonat nặng sẽ được trộn trong chế phẩm, và do đó hiệu suất phân hủy của sản phẩm đúc gây ra do hoạt tính của các enzym tăng đột ngột, mà dẫn đến cải thiện khả năng phân hủy sinh học.

Trong trường hợp mà các hạt canxi cacbonat nặng được trộn làm chất độn, đã xác nhận việc tạo ra canxi oxit gây ra do oxy hóa một phần canxi cacbonat tại phần bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng do lịch sử nhiệt trong suốt quá trình đúc khuôn chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được. Việc thủy phân hợp chất đại phân tử có thể phân hủy sinh học được có thể được đẩy nhanh bằng cách chuyển đổi canxi oxit thành canxi hydroxit với việc sinh nhiệt bằng cách cho canxi oxit tiếp xúc với nước để tạo ra các vết nứt tự nhiên trong sản phẩm đúc được đúc từ chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được và do đó hình dạng bắt đầu dễ gãy hơn, và ngoài ra, bằng hiệu quả xúc tác cơ bản của canxi hydroxit này. Ví dụ, hỗn hợp của bản thân các hạt canxi oxit với chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được dẫn đến sự khó khăn trong việc đúc bản thân sản phẩm này dẫn do phản ứng dư thừa cao và tính ổn định của sản phẩm đúc làm sản phẩm cũng không đủ.

Các hạt canxi cacbonat nặng có thể được sản xuất từ các nguyên liệu tồn tại với lượng lớn về bản chất và do đó không có vấn đề nào nảy sinh trong hỗn hợp của các hạt canxi cacbonat nặng với nhựa có thể phân hủy sinh học được từ quan điểm về môi trường. Ngoài ra, đã phát hiện ra rằng các tính chất vật lý như độ bền cơ học và độ chịu nhiệt được cải thiện và sự tiến bộ hơn về giá thành đạt được bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn so với nhựa có thể phân hủy sinh học được, và do đó, sáng chế đã đạt được.

Nói cách khác, sáng chế giải quyết các vấn đề nêu trên đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được, bao gồm: chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được, trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng.

Theo một khía cạnh về sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó đường kính hạt trung bình của các hạt canxi cacbonat nặng là 1,0  $\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn và 10,0  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn.

Theo một khía cạnh về sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế còn đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được mà trong đó diện tích bề mặt riêng BET của các hạt canxi cacbonat nặng là 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc lớn hơn và 10,0  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc nhỏ hơn.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó độ tròn của các hạt canxi cacbonat nặng là 0,50 hoặc lớn hơn và 0,95 hoặc nhỏ hơn.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó các hạt canxi cacbonat nặng là các hạt với phần bề mặt của chúng được oxy hóa một phần.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa axit polylactic.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa poly(axit L-lactic) có trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) là 50.000 hoặc lớn hơn và 300.000 hoặc nhỏ hơn nằm

trong khoảng từ 10 đến 100% theo khối lượng của toàn bộ thành phần nhựa.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc trong đó sản phẩm đúc có cấu trúc phân lớp bằng cách bao phủ ít nhất một bề mặt của lớp chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng với lớp bề mặt chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó sản phẩm đúc là tấm.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, sáng chế đề xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó sản phẩm đúc là sản phẩm vật chứa.

Sáng chế giải quyết các vấn đề nêu trên cũng đạt được bằng phương pháp sản xuất sản phẩm đúc, phương pháp này bao gồm: đúc chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng theo khối lượng là từ 50:50 đến 10:90 ở nhiệt độ từ 10 đến 100°C.

Theo một khía cạnh của phương pháp sản xuất sản phẩm đúc theo sáng chế, phương pháp sản xuất sản phẩm đúc trong đó việc đúc này được tiến hành mà không cần xử lý kéo căng được mô tả.

Theo một khía cạnh của phương pháp sản xuất sản phẩm đúc theo sáng chế, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm đúc trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được làm nóng chảy và được nhào trộn với máy ép đùn vít kép ở từ 140 đến 220°C và sau đó được đúc thành sản phẩm giống như tấm sử dụng khuôn chữ T.

Theo một khía cạnh của phương pháp sản xuất sản phẩm đúc theo sáng chế, sáng chế cũng đề xuất phương pháp sản xuất sản phẩm đúc trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được làm biến tính và được nhào trộn bằng

máy ép đùn vít kép ở từ 140 đến 220°C và sau đó được đúc bằng cách phun vào khuôn được duy trì ở nhiệt độ đúc khuôn là từ 20 đến 120°C.

Sáng chế giải quyết các vấn đề nêu trên cũng đạt được bằng các viên, các viên này bao gồm: chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng trong khoảng theo khối lượng là từ 50:50 đến 10:90.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, đối với sản phẩm đúc được đúc từ chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được, sản phẩm đúc trong đó khả năng phân hủy sinh học trong môi trường, cụ thể là, khả năng phân hủy sinh học trong nước biển được cải thiện đáng kể, trong khi khả năng gia công nổi trội, và độ bền cơ học, và độ ổn định nhiệt, và các đặc tính khác của sản phẩm là đủ đảm bảo, có thể được đề xuất với sự tiến bộ về kinh tế.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa trên các phương án.

Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được

Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng theo khối lượng là từ 50:50 đến 10:90. Trước tiên, mỗi thành phần cấu thành chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được sẽ được mô tả chi tiết.

Nhựa có thể phân hủy sinh học được

Các ví dụ về nhựa có thể phân hủy sinh học được được sử dụng theo sáng chế bao gồm các nhựa polyeste béo như polyhydroxybutyrat, poly(3-hydroxybutyrat-co-3-hydroxyhexanoat) (PHBH), polycaprolacton, polybutylen succinat (PBS), polybutylen succinat/adipat (PBSA), polyetylen succinat (PBA), axit polylactic (PLA), axit polymalic, axit polyglycolic (PGA), polyđioxanon, và poly(2-oxetanon); các nhựa polyeste của copolyme thơm-béo như polybutylen

terephthalat/succinat (PETS), polybutylen adipat/terephthalat (PBAH), và polytetrametylen adipat/terephthalat; và các hỗn hợp của nhựa polyeste béo hoặc nhựa copolyester thơm-béo và đại phân tử tự nhiên như tinh bột, xenluloza, chitin, chitosan, gluten, gelatin, zein, protein đậu tương, collagen, và keratin. Trong số chúng, các nhựa polyeste béo là được ưu tiên từ quan điểm về khả năng gia công, hiệu quả kinh tế và tính dễ khả dụng, và axit polylactic được ưu tiên đặc biệt.

Trong bản mô tả, thuật ngữ "axit polylactic" bao gồm không chỉ homopolyme của axit polylactic thu được bằng cách trùng ngưng riêng thành phần axit lactic làm monome nguyên liệu mà còn copolyme của axit polylactic thu được bằng cách sử dụng thành phần axit lactic với các thành phần monome khác mà có thể được đồng trùng hợp với thành phần axit lactic làm các monome nguyên liệu, và trùng ngưng các thành phần monome này.

Các thành phần monome khác có thể đồng trùng hợp được với axit lactic không bị giới hạn cụ thể và các ví dụ bao gồm các oxyaxit, các rượu có hóa trị hai hoặc các rượu đa hóa trị có hóa trị là ba hoặc lớn hơn, các hợp chất hydroxy thơm, các axit carboxylic hóa trị hai hoặc các axit carboxylic đa hóa trị có hóa trị là ba hoặc lớn hơn, và các lacton.

Các ví dụ về oxyaxit bao gồm axit glycolic, axit hydroxypropionic, axit hydroxybutyric, axit hydroxyvaleric, axit hydroxypentanoic, axit hydroxycaproic, axit hydroxybenzoic và axit hydroxyheptanoic. Trong số các oxyaxit này, axit glycolic và axit hydroxycaproic được ưu tiên.

Các ví dụ về các rượu hóa trị hai bao gồm rượu etylen, propylen glycol, propandiol, butandiol, heptandiol, hexandiol, octandiol, nonandiol, decandiol, 1,4-xyclohexandimetanol, neopentyl glycol, dietylen glycol, trietylen glycol, polyetylen glycol, and polytetrametylen glycol. Các ví dụ về các rượu đa hóa trị có hóa trị là ba hoặc lớn hơn bao gồm glyxerin, trimetylolpropan và pentaerythritol.

Các ví dụ về các hợp chất hydroxy thơm bao gồm hydroquinon, resorxin, và bisphenol A.

Các ví dụ về các axit carboxylic hóa trị hai bao gồm axit oxalic, axit succinic, axit adipic, axit sebacic, axit azelaic, axit dodecanedioic, axit malonic, axit glutaric, axit cyclohexanedicarboxylic, axit terephthalic, axit isophthalic, axit phthalic, axit naphthalen dicarboxylic, bis(4-carboxyphenyl)metan, axit anthracen dicarboxylic, bis(4-carboxyphenyl) ete, và natri 5-sulfoisophtalat. Các ví dụ về các axit carboxylic đa hóa trị có hóa trị là ba hoặc lớn hơn bao gồm axit trimellitic và axit pyromellitic.

Các ví dụ về các lacton bao gồm caprolacton, valerolacton, propiolacton, undecalacton, và 1,5-oxepan-2-on.

Các thành phần ngoài axit lactic chứa trong axit polylactic có thể được trùng hợp nằm trong khoảng mà không làm suy giảm khả năng phân hủy sinh học của axit polylactic. Tỷ lệ lượng của nó mong muốn là 20% theo mol hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là từ 0% theo mol đến 10% theo mol, và tốt hơn nữa là từ 0% đến 5% theo mol của toàn bộ các chất cấu thành.

Axit polylactic có các carbon bất đối xứng theo mạch chính và do đó tính thể axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) với độ tinh khiết quang học là 100%, poly(axit DL-lactic) vô định hình với độ tinh khiết quang học là 0%, và axit polylactic với độ tinh khiết quang học nằm ở giữa, tồn tại ngày cả trong trường hợp homopolyme chứa riêng các đơn vị axit lactic.

Ngoài ra, sự tạo thành axit polylactic phức lập thể bằng cách trộn axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) trong dung dịch hoặc trạng thái nóng chảy cũng đã được biết. Copolyme dạng khối bao gồm khối axit poly(L-lactic) và khối poly(axit D-lactic) cũng đã được biết.

Theo sáng chế, axit polylactic được dùng làm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có thể là axit bất kỳ trong số các axit polylactic này. Từ quan điểm về các đặc tính như như độ chịu nhiệt, độ bền va chạm, độ mềm dẻo, hoặc độ đàn hồi là được mong muốn trong sản phẩm đúc đạt được, thì các axit polylactic có các đặc tính phù hợp có thể được sử dụng thích hợp.

Sau đó, mỗi loại trong số các axit polylactic mà có thể được sử dụng làm

nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn để dễ thuận tiện cho việc hiểu hơn. Axit polylactic hoặc nhựa có thể phân hủy sinh học được mà có thể được sử dụng theo sáng chế, nhưng không bị giới hạn ở phần mô tả được mô tả minh họa dưới đây.

Axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic)

Axit poly(L-lactic) hoặc poly(axit D-lactic) có thể được sản xuất bằng, ví dụ, phương pháp trùng hợp nóng chảy trực tiếp, phương pháp trùng hợp pha rắn, phương pháp trùng ngưng trực tiếp, và phương pháp trùng hợp mở vòng nóng chảy lactit. Trong số các phương pháp này, phương pháp trùng hợp mở vòng nóng chảy của lactit là ưu tiên về mặt kinh tế. Tại thời điểm sản xuất axit poly(L-lactic) hoặc poly(axit D-lactic) bằng phương pháp trùng hợp mở vòng nóng chảy, L-lactit và D-lactit được sử dụng để lần lượt đưa vào dạng L và dạng D của axit lactic.

D-lactit hoặc axit D-lactic, mà là nguyên liệu thô của đơn vị poly(axit D-lactic), có nguồn cung cấp giới hạn và lượng phân phối nhỏ và giá trên thị trường của D-lactit hoặc axit D-lactic là cao hơn so với giá của L-lactit hoặc axit L-lactic, mà là nguyên liệu thô của đơn vị axit poly(L-lactic). Do đó, việc sử dụng axit poly(L-lactic) là được ưu tiên từ quan điểm kinh tế trong khía cạnh mà tính thể axit polylactic được sử dụng.

Trong việc trùng ngưng poly(axit D-lactic) hoặc axit poly(L-lactic), đối với D-lactit hoặc axit D-lactic nhằm làm nguyên liệu của đơn vị poly(axit D-lactic) hoặc L-lactit hoặc axit L-lactic nhằm làm nguyên liệu của đơn vị axit poly(L-lactic), thành phần axit lactic nhằm làm nguyên liệu của đơn vị axit lactic đối xứng (tức là, L-lactit hoặc axit L-lactic trong trường hợp của poly(axit D-lactic), và, mặt khác là, D-lactit hoặc axit D-lactic trong trường hợp của axit poly(L-lactic)) và các thành phần monome đồng trùng hợp được như được mô tả nêu trên có thể được trộn đến mức mà tính kết tinh của poly(axit D-lactic) hoặc axit poly(L-lactic) không bị suy giảm đáng kể, ví dụ, 1% theo mol hoặc nhỏ hơn so với tất cả các chất cấu thành, và được đồng trùng hợp.

Các ví dụ về sản xuất poly(axit D-lactic) hoặc axit poly(L-lactic) bằng phương pháp trùng hợp mở vòng nóng chảy bao gồm việc sản xuất mà trong đó việc trùng hợp mở vòng nóng chảy của D-lactit hoặc L-lactit có độ tinh khiết quang học là từ 90% đến 100% được tiến hành với sự có mặt của chất khơi mào trên cơ sở rượu và chất xúc tác kim loại, và việc tổng hợp được tiến hành trong hệ thống trong đó chất bất hoạt chất xúc tác được bổ sung với lượng từ 0,3 đến 20 đương lượng/ đương lượng của nguyên tố kim loại của chất xúc tác kim loại.

Các ví dụ về chất xúc tác kim loại ưu tiên bao gồm các muối của axit béo, cacbonat, sulfat, phosphat, oxit, hydroxit, halogenua, và các chất thơm pha với rượu của các kim loại kiềm, các kim loại kiềm thổ, các kim loại đất hiếm, các kim loại chuyển tiếp, nhôm, germani, thiếc, antimon, và titan. Trong số các chất xúc tác kim loại này, các muối của axit béo, cacbonat, sulfat, phosphat, oxit, hydroxit, halogenua, và chất thơm pha với rượu của ít nhất một kim loại được chọn từ thiếc, nhôm, kẽm, canxi, titan, germani, mangan, magiê, và các nguyên tố đất hiếm là được ưu tiên. Các chất xúc tác này có thể được sử dụng riêng hoặc, trong một số trường hợp, có thể được sử dụng kết hợp hai hoặc nhiều chất xúc tác. Lượng chất xúc tác sẽ được sử dụng là nằm trong khoảng từ  $0,4 \times 10^{-4}$  đến  $100,0 \times 10^{-4}$  mol/ 1 kg lactit.

Các ví dụ về chất khử hoạt tính được sử dụng đối với việc khử hoạt tính chất xúc của axit polylactic được polyme hóa mở vòng nóng chảy của chất xúc tác kim loại bao gồm axit phosphoric, axit phosphorơ, axit hypophosphorơ, axit pyrophosphoric, axit trimetaphosphoric, axit tetrametaphosphoric, axit phenylphosphonic, axit benzyolphosphinic, dibutyl phosphat, đinonyl phosphat, N'-bis(salixyliden)etylendi-amin, và N,N'-bis(salixyliden)propandi-amin. Trong số các chất bất hoạt này, axit phosphoric, axit phosphorơ, và axit pyrophosphoric là được ưu tiên. Các chất bất hoạt này có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc, trong một số trường hợp, có thể được sử dụng kết nối hai hoặc nhiều chất bất hoạt. Lượng chất bất hoạt được sử dụng là nằm trong khoảng từ 0,4 đến 15,0 đương lượng/ đương lượng nguyên tố kim loại.

Các ví dụ về chất khơi mào trên cơ sở rượu bao gồm các rượu hóa trị một có số cacbon là từ 1 đến 22 như metanol, etanol, rượu n-propyl, rượu n-butyl, rượu sec-butyl, rượu pentyl, rượu n-hexyl, rượu xyclohexyl, rượu octyl, rượu nonyl, rượu 2-ethylhexyl, rượu n-dexyl, rượu n-dodexyl, rượu hexadexyl, rượu lauryl, etyl lactat, và hexyl lactat; rượu đa hóa trị béo có số cacbon là từ 1 đến 20 như etylen glycol, propylen glycol, propandiol, butandiol, pentandiol, hexandiol, octandiol, glycerin, sorbitan, neopentyl glycol, trimetylolpropan và pentaerythritol; poly alkylen glycol như dietylen glycol, trietylen glycol, polyetylen glycol, polypropylen glycol, và ngoài ra, các sản phẩm cộng etylen oxit của các phenol và sản phẩm cộng etylen glycol của bisphenol. Trong số các chất khơi mào trên cơ sở rượu, rượu stearyl, rượu lauryl, rượu etylen, propanediol, butandiol, hexandiol, polyetylen glycol, polypropylen glycol, và các chất khơi mào tương tự được ưu tiên từ quan điểm về khả năng phản ứng và các tính chất vật lý của polylactit.

Lượng chất khơi mào trên cơ sở rượu được sử dụng được xác định chủ yếu bằng cách xem xét trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) mong muốn. Ví dụ, trong trường hợp rượu đơn hóa trị, khi axit polylactic có  $M_w$  nằm trong khoảng từ 70.000 đến 110.000 được sản xuất, thì từ 0,009 đến 0,030 mol, và đặc biệt tốt hơn là từ 0,014 đến 0,021 mol chất khơi mào trên cơ sở rượu được sử dụng so với 1 kg lactit. Hơn nữa, khi axit polylactic có  $M_w$  nằm trong khoảng từ 100.000 đến 200.000 được sản xuất, thì từ 0,009 đến 0,020 mol, đặc biệt tốt hơn là từ 0,010 đến 0,018 mol chất khơi mào trên cơ sở rượu được sử dụng so với 1 kg lactit. Trong bản mô tả, trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) là giá trị trọng lượng phân tử trung bình khối đối với polystyren chuẩn bằng cách đo sắc ký thẩm gel (GPC) sử dụng cloform làm chất rửa giải.

Theo phương án thông thường đã biết, hỗn hợp của lactit, chất xúc tác, và chất khơi mào trên cơ sở rượu có thể được trùng hợp bằng quy trình theo mẻ hoặc quy trình liên tục bằng cách sử dụng bình phản ứng trùng hợp thẳng đứng, bình phản ứng trùng hợp ngang, bình phản ứng trùng hợp dạng ống, hoặc tổ hợp của

chúng với nhiệt độ nằm trong khoảng từ 180 đến 230°C trong thời gian phản ứng là từ 2 đến 10 giờ trong khi nhiệt của phản ứng đang được loại bỏ.

Nói chung là, poly(axit D-lactic) hoặc poly(axit L-lactic) thu được có điểm nóng chảy nằm trong khoảng từ 165°C đến 185°C và điểm chuyển pha thủy tinh ( $T_g$ ) nằm trong khoảng từ 55 đến 60°C. Trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) không bị giới hạn cụ thể chừng nào mà, khi sản phẩm đúc dùng cho ứng dụng đích, ví dụ, sản phẩm đúc đùn hoặc sản phẩm đúc phun được sản xuất, sản phẩm đúc về cơ bản có đủ các đặc tính cơ học. Nói chung là, poly(axit D-lactic) hoặc axit poly(L-lactic) có trọng lượng phân tử thấp gây ra độ bền của sản phẩm đúc thu được bị giảm và tốc độ phân hủy nhanh, trong khi đó poly(axit D-lactic) hoặc axit poly(L-lactic) có trọng lượng phân tử cao cho phép độ bền được cải thiện nhưng làm cho khả năng gia công suy giảm mà dẫn đến gây khó khăn trong khi đúc. Do đó, trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) tốt hơn là 50.000 hoặc lớn hơn và 300.000 hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 100.000 hoặc lớn hơn và 200.000 hoặc nhỏ hơn.

#### Poly(axit DL-lactic)

Poly(axit DL-lactic) là copolyme ngẫu nhiên bao gồm các đơn vị axit L-lactic và các đơn vị axit D-lactic. Tỷ lệ của đơn vị axit L-lactic với đơn vị axit D-lactic không bị giới hạn cụ thể. Liên quan đến việc tạo ra tính chất vô định hình và tính mềm dẻo, đơn vị axit L-lactic/đơn vị axit D-lactic mong muốn là nằm trong khoảng từ 60/40 đến 40/60 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 55/45 đến 45/55. Như được mô tả nêu trên, D-lactit hoặc axit D-lactic nhằm làm nguyên liệu của đơn vị axit D-lactic có nguồn cung cấp giới hạn, lượng phân phối nhỏ và có giá thành trên thị trường cao so với L-lactit hoặc axit L-lactic nhằm làm nguyên liệu của đơn vị axit poly(L-lactic). Do đó, lượng được trộn của đơn vị axit L-lactic lớn hơn lượng được trộn của đơn vị axit D-lactic được ưu tiên về khía cạnh kinh tế ngay cả khi poly(axit DL-lactic) được tạo ra.

Trong việc trùng ngưng của poly(axit DL-lactic), các thành phần monome khác có thể copolyme hóa với thành phần axit lactic như được mô tả nêu trên có

thể được copolyme hóa bằng cách trộn các thành phần monome khác nằm trong khoảng suy giảm đáng kể các đặc tính như khả năng phân hủy sinh học của poly(axit DL-lactic), ví dụ, nằm trong khoảng 20% theo mol hoặc nhỏ hơn của toàn bộ các chất cấu thành.

Đối với phương pháp sản xuất poly(axit DL-lactic), tương tự với trường hợp của axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) được mô tả nêu trên, poly(axit DL-lactic) có thể được sản xuất bằng, ví dụ, phương pháp trùng hợp nóng chảy trực tiếp, phương pháp trùng hợp pha rắn, phương pháp trùng ngưng trực tiếp của axit lactic và phương pháp trùng hợp mở vòng nóng chảy lactit. Về cơ bản, poly(axit DL-lactic) có thể thu được trong cùng phương pháp như việc sản xuất axit poly(L-lactic) hoặc poly(axit D-lactic) nêu trên ngoại trừ việc hỗn hợp của axit L-lactic hoặc L-lactit hoặc axit D-lactic hoặc D-lactit trong tỷ lệ trộn được xác định trước nêu trên lần lượt được sử dụng thay cho việc sử dụng đơn lẻ axit L-lactic hoặc L-lactit hoặc axit D-lactic hoặc D-lactit để đưa vào dạng L hoặc dạng D của axit lactic nhằm làm nguyên liệu.

Điểm chuyển pha thủy tinh ( $T_g$ ) của poly(axit DL-lactic) tốt hơn là từ 45 đến 60°C và tốt hơn nữa là từ 50 đến 60°C. Poly(axit DL-lactic) là vô định hình và do đó không có điểm nóng chảy. Trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) không bị giới hạn cụ thể nếu, khi sản phẩm đúc dùng cho ứng dụng đích, ví dụ, sản phẩm đúc ép đùn hoặc sản phẩm đúc phun được sản xuất, sản phẩm đúc về cơ bản có đủ đặc tính cơ học. Nói chung là, poly(axit DL-lactic) có trọng lượng phân tử thấp làm cho độ bền của sản phẩm đúc thu được bị giảm và tốc độ phân hủy nhanh, trong khi đó poly(axit DL-lactic) có trọng lượng phân tử cao cho phép độ bền được cải thiện nhưng làm cho khả năng gia công xấu đi mà dẫn đến sự khó khăn trong việc đúc khuôn. Do đó, trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) tốt hơn là 50.000 hoặc lớn hơn và 300.000 hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 100.000 hoặc lớn hơn và 200.000 hoặc nhỏ hơn.

Axit polylactic phức lập thể

Axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) có các độ đồng đều lập thể với

nhau và do đó khi axit poly(L-lactic) và axit poly(D-lactic) được trộn và được làm nóng chảy, và sau đó được kết tinh, thì những gì gọi là phức lập thể được tạo thành. Nói chung là, sản phẩm phức lập thể của axit polylactic được điều chế từ axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) làm các nguyên liệu. Ngoài các axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) này hoặc thay vì một trong số axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic), copolyme khối DL của axit lactic được mô tả dưới đây có thể được sử dụng làm nguyên liệu để tạo thành sản phẩm phức lập thể. Thứ tự bổ sung của các hợp chất vào thiết bị trộn để tạo thành sản phẩm phức lập thể không bị giới hạn. Do đó, tất cả các thành phần của 2 đến 3 hoặc các thành phần có thể được nạp vào trong thiết bị trộn đồng thời hoặc, ví dụ, một trong các hợp chất bất kỳ này có thể được nạp vào trong thiết bị trộn, và sau đó các thành phần khác có thể được nạp và được trộn theo thứ tự. Tại thời điểm này, mỗi hợp chất có thể có các hình dạng bất kỳ như bột, viên hoặc hạt.

Theo sáng chế, theo cách khác, trong khía cạnh trong đó nhựa chứa sản phẩm phức lập thể của axit polylactic được dùng làm nhựa có thể phân hủy sinh học được, mỗi thành phần như axit poly(L-lactic), poly(axit D-lactic), hoặc copolyme khối DL của axit polylactic có thể được nạp đồng thời vào trong thiết bị trộn để tạo thành đồng thời sản phẩm phức lập thể và trộn với các hạt canxi bicacbonat tại thời điểm trộn canxi bicacbonat như được mô tả dưới đây và nhựa có thể phân hủy sinh học được.

Đối với việc trộn, ví dụ, trục nghiền, máy trộn, máy ép đùn vít đơn hoặc vít kép có thể được sử dụng để gia nhiệt và nhào trộn. Nói cách khác, sản phẩm phức lập thể được tạo thành bằng cách làm nóng chảy hỗn hợp trên của nó và sau đó làm mát hỗn hợp thu được.

Nhiệt độ của hỗn hợp có thể nằm trong khoảng nhiệt độ mà trong đó các thành phần chứa trong hỗn hợp này được làm nóng chảy và thường nằm trong khoảng từ 170 đến 250°C. Axit poly(L-lactic), poly(axit D-lactic), và/hoặc copolyme khối được mô tả dưới đây được nhào trộn đồng nhất bằng cách làm nóng chảy và trộn bằng cách gia nhiệt và sau đó hỗn hợp thu được được làm mát

và được kết tinh để tạo thành phức lập thể. Mặc dù hỗn hợp được làm nóng chảy có thể được kết tinh bằng cách làm mát, nhưng cấu trúc phức lập thể và mức độ kết tinh có thể khác nhau tùy thuộc vào các điều kiện làm mát tại thời điểm làm mát. Tốc độ làm mát có thể được chọn thích hợp tùy thuộc vào, ví dụ, trọng lượng phân tử trung bình khối, tỷ lệ trộn, tỷ lệ của trọng lượng phân tử trung bình khối của axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic), và/hoặc copolyme khối được mô tả dưới đây được sử dụng làm các nguyên liệu. Nói chung là, tốc độ làm mát không bị giới hạn cụ thể. Tuy nhiên, việc làm mát quá nhiều làm hỏng sự kết tinh hóa. Việc làm mát tốt hơn là được tiến hành với tốc độ làm mát từ 20 đến 100°C/phút. Nhiệt độ kết tinh không bị giới hạn cụ thể nếu nhiệt độ này bằng hoặc nhỏ hơn điểm nóng chảy. Điểm nóng chảy trong các điểm nóng chảy của axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) được xác định càng cao thì có giới hạn càng thấp và việc làm nóng chảy được tiến hành ở nhiệt độ tốt hơn là cao hơn khoảng 50°C, tốt hơn là trong khoảng 30°C, và đặc biệt tốt hơn là trong khoảng từ 10 đến 20°C so với trị số giới hạn thấp hơn. Áp suất tại thời điểm kết tinh hóa không bị giới hạn cụ thể và có thể là áp suất bình thường. Việc kết tinh cũng có thể được tiến hành trong môi trường khí trơ như nitơ và cũng có thể được tiến hành trong dòng khí trơ hoặc trong áp suất giảm. Để loại bỏ monome mà được tạo ra bằng cách phân hủy trong suốt quá trình nóng chảy, việc kết tinh tốt hơn là được thực hiện dưới áp suất giảm. Sự có mặt hoặc vắng mặt của việc kết tinh có thể được xác nhận bằng DSC hoặc nhiễu xạ X. Việc làm nóng chảy và thời gian trộn thường nằm trong khoảng từ 2 đến 60 phút. Điểm nóng chảy tăng lên khi việc làm nóng chảy và trộn đủ tiến triển và phức lập thể này được tạo thành. Tùy thuộc vào việc tăng điểm nóng chảy, việc tăng dần nhiệt độ nóng chảy đến phạm vi mà hỗn hợp bị nóng chảy không đóng rắn được, được ưu tiên do có thể tránh được tính hóa cứng do sự kết tinh hóa.

Hỗn hợp nóng chảy cũng có thể được đúc thành dạng bản hoặc tương tự bằng cách ép đùn hỗn hợp nóng chảy bằng máy ép đùn vít đơn hoặc máy ép đùn vít kép hoặc phức lập thể cũng có thể được tạo thành bằng cách tiến hành quy trình đúc nóng chảy như công nghệ làm nguội nhanh (melt spinning).

Tại thời điểm trộn các hợp chất nguyên liệu, dung môi mà có thể hòa tan hoặc phân tán các hợp chất nguyên liệu có thể được sử dụng. Ví dụ, axit poly(L-lactic), poly(axit D-lactic), và copolyme khối axit polylactic có thể được hòa tan riêng biệt trong mỗi dung dịch và dung môi này có thể được loại bỏ sau khi trộn các dung dịch này. Sau khi chúng cất bỏ dung môi này, hỗn hợp này được đun nóng để làm nóng chảy dưới các điều kiện được mô tả nêu trên và sau đó được làm nguội để tạo thành phức lập thể. Do đó, sản phẩm phức lập thể của axit polylactic cũng có thể được tạo ra bằng cách đúc dung dịch mà trong đó dung dịch được trộn được đúc dưới điều kiện gia nhiệt.

Dung môi được sử dụng cho dung dịch này không giới hạn cụ thể nếu dung môi này có thể hòa tan poly(axit L-lactic), poly(axit D-lactic), và/hoặc copolyme khối của axit polylactic. Các ví dụ về dung môi bao gồm cloform, metylen clorua, đicloetan, tetracloetan, phenol, tetrahydrofuran, N-metylpyrrolidon, N,N-dimetylformamit, butyrolacton, axetonitril, 1,4-đioxan, trioxan, và hexaflorisopropanol. Các dung môi này có thể tốt hơn là được sử dụng riêng lẻ hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều dung môi này. Lượng dung môi này là từ 100 đến 4000 phần trọng lượng và tốt hơn là từ 200 đến 3000 phần trọng lượng so với 100 phần trọng lượng tổng axit polylactic. Việc trộn này có thể được thực hiện bằng cách hòa tan mỗi axit trong số các axit polylactic trong dung môi và trộn các dung dịch thu được này hoặc bằng cách hòa tan một trong số các axit polylactic trong dung môi và sau đó bổ sung phần còn lại và trộn. Dung môi có thể được loại bỏ bằng nhiệt hoặc áp suất giảm.

Sản phẩm phức lập thể của axit polylactic thu được theo đó có điểm nóng chảy cao là từ 200 đến 230°C và có khả năng kết tinh cao so với axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic). Trong axit polylactic phức lập thể, pha đồng nhất có thể tồn tại đồng thời với pha phức hợp. Để có thêm độ chịu nhiệt của axit polylactic phức lập thể, mức độ phức lập thể (S) được xác định bằng công thức sau đây (a) là 80% hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 90% hoặc lớn hơn.

$$S = [\Delta H_{msc}/(\Delta H_{mh} + \Delta H_{msc})] \times 100 \quad (a)$$

(Trong công thức (a),  $H_{mh}$  là nhiệt nóng chảy tinh thể của đỉnh nóng chảy tinh thể nhỏ hơn  $190^{\circ}\text{C}$  tương ứng với việc nóng chảy của các tinh thể pha đồng nhất trong việc đo DSC, và  $\Delta H_{msc}$  là nhiệt nóng chảy tinh thể của đỉnh nóng chảy tinh thể của  $190^{\circ}\text{C}$  hoặc lớn hơn tương ứng với việc nóng chảy của các tinh thể pha phức hợp trong việc đo DSC.

Trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) không bị giới hạn cụ thể chừng nào mà, khi sản phẩm đúc cho ứng dụng đích, ví dụ, sản phẩm đúc ép đùn hoặc sản phẩm đúc phun được sản xuất, sản phẩm đúc có đủ các đặc tính cơ học. Thông thường là, axit polylactic phức lập thể có trọng lượng phân tử thấp làm cho độ bền của sản phẩm đúc thu được bị giảm và tốc độ phân hủy sẽ nhanh, trong khi đó axit phức lập thể được cải thiện nhưng làm cho khả năng gia công bị xấu đi, mà dẫn đến khó khăn trong việc đúc khuôn. Do đó, trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) tốt hơn là 50.000 hoặc và 300.000 hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 100.000 hoặc lớn hơn và 200.000 hoặc nhỏ hơn.

#### Copolymer khối axit polylactic

Mỗi copolymer khối axit polylactic là copolymer khối lập thể chứa một hoặc nhiều phân đoạn axit L-lactic và các phân đoạn axit D-lactic. Phân đoạn axit L-lactic và phân đoạn axit D-lactic có nghĩa là polymer được tạo thành hai hoặc nhiều axit L-lactic hoặc axit D-lactic. Trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) của nó không bị giới hạn cụ thể. Trọng lượng phân tử trung bình khối tốt hơn là từ 500 đến 300.000 và tốt hơn nữa là từ 5000 đến 100.000. Phân đoạn này có trọng lượng phân tử nhỏ hơn 500 gây khó khăn trong việc tạo thành cấu trúc liên kết của axit L-lactic và phân đoạn axit D-lactic và có thể tạo thành trạng thái dạng lỏng hoặc trạng thái vô định hình. Mặt khác, phân đoạn có trọng lượng phân tử lớn hơn 300.000 làm cho tính lỏng được hạ thấp hơn và do đó sự tạo thành cấu trúc liên kết cũng khó khăn. Độ tinh khiết quang học của axit L-lactic và axit D-lactic cấu thành phân đoạn axit L-lactic và phân đoạn axit D-lactic tốt hơn là 85% ee hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 90% ee hoặc lớn hơn. Axit lactic có độ sạch quang học nhỏ hơn 85% ee gây khó khăn trong việc tạo thành cấu trúc liên kết do

sự gây các cấu trúc xoắn đối xứng của mỗi phân đoạn axit L-lactic và phân đoạn axit D-lactic và do đó, hiệu quả đẩy nhanh kết tinh có thể xấu đi.

Tỷ lệ trộn của phân đoạn axit L-lactic và phân đoạn axit D-lactic trong copolyme khối lập thể của axit polylactic không bị giới hạn cụ thể nếu ít nhất một hoặc nhiều mỗi phân đoạn được copolyme hóa. Tổng số các phân đoạn này tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2 đến 2000. Copolyme có số phân đoạn lớn hơn 2000 dẫn đến làm xấu đi hiệu quả đẩy nhanh tạo thành phức lập thể này.

Đối với phương pháp sản xuất copolyme khối lập thể của axit polylactic này, một vài phương pháp thường đã được phát triển và các phương pháp này được sử dụng theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, (1) polyme khối lập thể chứa các phân đoạn axit L-lactic và các phân đoạn axit D-lactic có thể thu được bằng cách trùng hợp mở vòng trực tiếp theo thứ tự mà trong đó L-lactit và D-lactit lần lượt được bổ sung với sự có mặt của chất khơi mào phản ứng trùng hợp. (2) copolyme khối lập thể có thể được sản xuất bằng cách làm nóng chảy và trộn và kết tinh hỗn hợp của axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) có trọng lượng phân tử trung bình khối là 5000 hoặc lớn hơn, và sau đó kéo dài chiều dài mạch bằng phản ứng pha rắn ở nhiệt độ nóng chảy hoặc nhiệt độ thấp hơn của tinh thể. (3) copolyme khối lập thể cũng có thể được sản xuất bằng cách trộn axit poly(L-lactic) và poly(axit D-lactic) và sau đó kéo dài chiều dài mạch bằng phản ứng chuyển este hóa và/hoặc ngưng tụ khử nước. (4) copolyme khối lập thể được sản xuất bao gồm bước tiến hành phản ứng Diels-Alder của axit poly(L-lactic) có các nhóm anthraxenyl hoặc các nhóm furanyl tại cả hai đầu của chuỗi polyme và poly(axit D-lactic) có nhóm maleimide tại ít nhất một đầu của chuỗi polyme, hoặc bước tiến hành phản ứng Diels-Alder của poly(axit D-lactic) có các nhóm anthraxenyl hoặc các nhóm furanyl tại cả hai đầu của chuỗi polyme và axit poly(L-lactic) có nhóm maleimide tại ít nhất một đầu của chuỗi polyme. Phương pháp thu được poly(axit D-lactic) hoặc axit poly(L-lactic) có các nhóm anthraxenyl hoặc các nhóm furanyl tại cả hai đầu của chuỗi polyme được sử dụng ở đây không bị giới hạn cụ thể. Các ví dụ về phương pháp này bao gồm phương

pháp mà trong đó tiến hành phản ứng ghép đôi của axit poly(L-lactic) có nhóm anthraxenyl tại một đầu của chuỗi polyme hoặc poly(axit D-lactic) có nhóm anthraxenyl tại một đầu của chuỗi polyme thu được sau khi việc ngưng tụ khử nước của axit L-lactic hoặc axit D-lactic sử dụng hợp chất anthraxen làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp, với hợp chất diisoxyanat; và phương pháp mà trong đó axit poly(L-lactic) có nhóm anthraxenyl tại một đầu của chuỗi polyme hoặc poly(axit D-lactic) có nhóm anthraxenyl tại một đầu của chuỗi polyme thu được bằng việc trùng hợp mở vòng của L-lactit hoặc D-lactit nhờ sử dụng hợp chất anthraxen làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp, và sau đó phản ứng ghép đôi được tiến hành bằng cách sử dụng hợp chất diisoxyanat. Phản ứng ghép đôi sử dụng hợp chất diisoxyanat sau khi việc trùng hợp mở vòng của L-lactit hoặc việc ngưng tụ khử nước của axit L-lactic nhờ sử dụng hợp chất anthraxen làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp cho phép thu được axit poly(L-lactic) có các nhóm anthraxenyl tại cả hai đầu. Phản ứng ghép đôi sử dụng hợp chất diisoxyanat sau khi việc trùng hợp mở vòng của D-lactit hoặc việc ngưng tụ khử nước của axit D-lactic sử dụng hợp chất anthraxen làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp cho phép poly(axit D-lactic) có các nhóm anthraxenyl ở cả hai đầu đạt được. Phương pháp sản xuất copolyme khối lập thể của axit polylactic cũng bao gồm phương pháp mà trong đó tiến hành phản ứng ghép đôi của axit poly(L-lactic) có nhóm furanyl tại một đầu của chuỗi polyme hoặc poly(axit D-lactic) có nhóm furanyl tại một đầu của chuỗi polyme thu được sau khi ngưng tụ khử nước của axit L-lactic hoặc axit D-lactic nhờ sử dụng hợp chất furan làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp, mà sử dụng hợp chất diisoxyanat; và phương pháp mà trong đó axit poly(L-lactic) có nhóm furanyl tại một đầu của chuỗi polyme hoặc poly(axit D-lactic) có nhóm furanyl tại một đầu của chuỗi polyme thu được bằng việc trùng hợp mở vòng của L-lactit hoặc D-lactit nhờ sử dụng hợp chất furan làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp và sau đó phản ứng ghép đôi được tiến hành nhờ sử dụng hợp chất diisoxyanat. Phản ứng ghép đôi sử dụng hợp chất diisoxyanat sau khi việc trùng hợp mở vòng L-lactit hoặc việc ngưng tụ khử nước axit L-lactic sử dụng hợp chất furan làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp cho

phép thu được axit poly(L-lactic) có các nhóm furanyl tại cả hai đầu. Phản ứng ghép đôi sử dụng hợp chất diisoxyanat sau khi việc trùng hợp mở vòng D-lactit hoặc việc ngưng tụ khử nước axit D-lactic sử dụng hợp chất furan làm chất khơi mào phản ứng trùng hợp cho phép thu được poly(axit D-lactic) có các nhóm furanyl tại cả hai đầu.

Copolymer khối của axit polylactic thu được theo đó có điểm nóng chảy nằm trong khoảng từ 100°C đến 170°C và điểm chuyển pha thủy tinh ( $T_g$ ) nằm trong khoảng từ 30°C đến 60°C.

Nhựa có thể phân hủy sinh học được được sử dụng trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể như được mô tả nêu trên, và mỗi loại axit polylactic được sử dụng ưu tiên không bị giới hạn cụ thể. Loại bất kỳ trong các loại này của axit polylactic có thể được sử dụng riêng hoặc làm hỗn hợp. Từ quan điểm về khả năng đúc khuôn, axit poly(L-lactic) là được ưu tiên.

Ngoài quan điểm nêu trên, từ các quan điểm về kinh tế và tính dễ khả dụng, axit poly(L-lactic) mong muốn là được sử dụng làm thành phần chính là nhựa có thể phân hủy sinh học được. Trong bản mô tả, thuật ngữ "thành phần chính" thường có nghĩa là thành phần mang 50% theo khối lượng hoặc lớn hơn của tổng lượng thành phần nhựa. Cụ thể là, đối với một phương án ưu tiên, axit poly(L-lactic) chứa trong khoảng 80% theo khối lượng hoặc lớn hơn và tốt hơn nữa là 90% theo khối lượng hoặc lớn hơn.

Trong trường hợp mà axit polylactic, cụ thể là axit poly(L-lactic), là thành phần chính là nhựa có thể phân hủy sinh học được, các thành phần khác được trộn làm thành phần nhựa có thể chứa axit polylactic ngoài loại thành phần chính của axit polylactic và các nhựa có thể phân hủy sinh học được ngoài nhựa axit polylactic như được mô tả nêu trên.

Trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, các nhựa dẻo nhiệt khác có thể được trộn. Lượng được trộn của các nhựa dẻo nhiệt khác này tốt hơn là 20% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 10%

theo khối lượng hoặc nhỏ hơn so với tổng thể tích của các thành phần nhựa để không ảnh hưởng về bản chất đến khả năng phân hủy sinh học của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế. Khía cạnh ưu tiên cụ thể là khía cạnh mà trong đó không có nhựa dẻo nhiệt khác được trộn. Các ví dụ khác về nhựa dẻo nhiệt bao gồm các nhựa polyolefin như các nhựa trên cơ sở polyetylen, các nhựa trên cơ sở polypropylen, poly(metyl-1-penten), và các copolyme etylen-olefin vòng; các nhựa polyolefin chứa nhóm chức như copolyme etylen-vinyl axetat, copolyme etylen-axit acrylic, copolyme etylen-axit metacrylic, các muối kim loại của copolyme etylen-axit metacrylic (các ionome), copolyme etylen-alkyl este của axit acrylic, copolyme etylen-alkyl este của axit metacrylic, polyetylen được biến đổi nhờ maleic và polypropylen được biến đổi nhờ axit maleic; các nhựa trên cơ sở polyamit như nylon-6, nylon-6,6, nylon-6,10 và nylon-6,12; các nhựa polyeste dẻo nhiệt như các nhựa trên cơ sở polyeste thơm bao gồm polyetylen terephthalat và các copolyme của chúng, polyetylen naphtalat và polybutylen terephthalat và các nhựa trên cơ sở polyeste béo bao gồm polybutylen succinat và axit polylactic; các nhựa polycacbonat như các polycacbonat thơm và polycacbonat béo; các nhựa trên cơ sở polystyren như polystyren atactic, polystyren syndiotactic, copolyme acrylonitril-styren (AS), và copolyme acrylonitril-butadien-styren (ABS); các nhựa trên cơ sở polyvinyl clorua như polyvinyl clorua và polyvinyliden clorua; polyphenylen sulfua; và các nhựa trên cơ sở polyete như polyetesulphon, polyeteketon và polyeteeteketon.

#### Các hạt canxi cacbonat nặng

Trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được tạo thành sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, các hạt canxi cacbonat nặng được trộn cùng với chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được mô tả nêu trên. Canxi cacbonat nặng là sản phẩm thu được bằng cách nghiền cơ học và xử lý canxi cacbonat tự nhiên như được mô tả dưới đây, và được phân biệt rõ ràng với canxi cacbonat tổng hợp được tạo ra bằng phản ứng kết tủa hóa học hoặc phản ứng tương tự.

Trong bản mô tả, canxi cacbonat nặng đề cập đến sản phẩm được tạo ra bằng cách nghiền và phân loại canxi cacbonat tự nhiên như canxit (ví dụ, đá vôi, đá phấn và cẩm thạch), vỏ mai và san hô. Đá vôi nhằm làm nguyên liệu của canxi cacbonat nặng được sản xuất phổ biến ở Nhật Bản với độ tinh khiết cao và có thể thu được với giá rất thấp.

Phương pháp ướt hoặc phương pháp khô có thể được chọn làm phương pháp nghiền canxi cacbonat nặng theo các phương pháp chuẩn. Việc nghiền khô mà không cần các bước như bước khử nước và bước sấy khô, mà làm tăng giá thành, là có lợi. Máy nghiền cũng không bị giới hạn cụ thể. Máy nghiền tác động, máy nghiền sử dụng phương tiện nghiền như máy nghiền bi, máy nghiền lăn, và máy nghiền tương tự có thể được sử dụng.

Việc phân loại có thể là sự phân loại được tiến hành bằng phân loại không khí, xyclon ướt, và thiết bị gạn. Việc xử lý bề mặt có thể được tiến hành trong bước bất kỳ trước khi nghiền, trong khi nghiền, trước khi phân loại, và sau khi phân loại, và tốt hơn là được tiến hành trước khi phân loại. Việc xử lý bề mặt trước khi phân loại cho phép sự phân bố cỡ hạt hẹp hơn sẽ đạt được hiệu quả cao. Một phần của chất xử lý bề mặt có thể được bổ sung làm chất hỗ trợ nghiền trước khi nghiền hoặc trong khi nghiền và phần còn lại được bổ sung ở bước sau để tiến hành xử lý bề mặt.

Để tăng cường khả năng phân tán và khả năng phản ứng của các hạt canxi cacbonat nặng, bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng có thể được đưa trước đây vào việc biến đổi bề mặt theo các phương pháp thông thường. Các ví dụ về phương pháp biến đổi bề mặt bao gồm các phương pháp vật lý như xử lý plasma và phương pháp mà trong đó bề mặt này được đưa vào xử lý bề mặt hóa học với chất liên kết hoặc chất hoạt động bề mặt. Các ví dụ về chất liên kết bao gồm các chất liên kết silan và các chất liên kết titan. Chất hoạt động bề mặt có thể là các chất hoạt động bề mặt bất kỳ trong số các chất hoạt động bề mặt anion, cation, phi ion, và lưỡng tính và các ví dụ của chúng bao gồm các axit béo bậc cao, các este của axit béo bậc cao, các amit của axit béo bậc cao, và các muối của axit béo

bậc cao.

Đường kính hạt trung bình của các hạt canxi cacbonat nặng tốt hơn là 1,0  $\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn và 10,0  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 1,0  $\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn và 3,0  $\mu\text{m}$  hoặc nhỏ hơn. Đường kính hạt trung bình của bột chất vô cơ được mô tả trong bản mô tả có nghĩa là trị số được tính từ kết quả đo của diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thấm khí theo JIS M-8511. Đối với dụng cụ đo, ví dụ, thiết bị đo diện tích bề mặt riêng Loại SS-100 được sản xuất bởi Shimadzu Corporation có thể tốt hơn là được sử dụng. Cụ thể là, trong sự phân bố đường kính hạt, các hạt có đường kính hạt là 50,0  $\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn tốt hơn là được loại trừ. Mặt khác, các hạt mịn dư thừa gây ra độ nhót tại thời điểm nhào trộn với nhựa có thể phân hủy sinh học được mô tả nêu trên để làm tăng đáng kể và do đó việc sản xuất các sản phẩm đúc có thể khó khăn. Do đó, đường kính hạt trung bình tốt hơn là được thiết lập đến 1,0  $\mu\text{m}$  hoặc lớn hơn.

Khác với canxi cacbonat nhẹ và tương tự được sản xuất bằng phương pháp tổng hợp, ví dụ, độ nhấp nhô của bề mặt và diện tích bề mặt riêng lớn do sự tạo hình hạt bằng quy trình nghiền là đặc biệt quan trọng đối với các hạt canxi cacbonat nặng được sử dụng trong sáng chế. Như được mô tả nêu trên, có trạng thái mà trong đó lượng khe hở mịn lớn mà xung quanh đó nhựa có thể phân hủy sinh học được không kết dính vào bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng được tạo thành hoặc trạng thái mà lượng lớn các phần mà sự kết dính yếu đáng kể tồn tại ngay sau khi đúc sản phẩm đúc tại thời điểm đúc tại mặt phân cách của nhựa có thể phân hủy sinh học được cấu thành nên và các hạt canxi cacbonat nặng ngay cả không áp dụng việc xử lý như kéo căng nói riêng do các hạt canxi cacbonat nặng được trộn trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có hình dạng vô định hình và diện tích bề mặt riêng lớn.

Từ lý do này, diện tích bề mặt riêng của các hạt canxi cacbonat nặng mong muốn là 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc lớn hơn và 10,0  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,2  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc lớn hơn và 5,0  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa 1,0  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc lớn hơn và 3,0  $\text{m}^2/\text{g}$  hoặc nhỏ hơn. Phương pháp BET được mô tả ở đây là theo

phương pháp hấp phụ khí nitơ. Các hạt canxi cacbonat nặng có diện tích bề mặt riêng nằm trong khoảng này cho phép khả năng phân hủy dưới môi trường tự nhiên mà được đẩy nhanh nổi trội trong sản phẩm đúc thu được do nhựa có thể phân hủy sinh học được có nhiều bề mặt nhằm làm các điểm khởi đầu của phản ứng phân hủy sinh học từ các lý do nêu trên và do đó, đồng thời là, việc suy giảm về khả năng gia công của chế phẩm nhựa do việc trộn các hạt canxi cacbonat nặng hiếm khi xảy ra.

Tính không kết dính của các hạt canxi cacbonat nặng có thể được thể hiện bằng độ hóa tròn thấp có dạng hạt này. Cụ thể là, độ tròn mong muốn là 0,50 hoặc lớn hơn và 0,95 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 0,55 hoặc lớn hơn và 0,93 hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 0,60 hoặc lớn hơn và 0,90 hoặc nhỏ hơn. Nếu các hạt canxi cacbonat nặng được sử dụng trong sáng chế có độ tròn nằm trong các khoảng này, trạng thái mà tạo thành số khe hở mịn lớn mà không có sự kết dính hoặc trạng thái mà số phần mà tồn tại sự kết dính rất yếu có khả năng được tạo thành ở mặt phân cách giữa nhựa có thể phân hủy sinh học được tạo thành nên và các hạt canxi cacbonat nặng. Do đó, các hạt canxi cacbonat nặng là thích hợp để tăng cường khả năng phân hủy sinh học trong môi trường tự nhiên và, đồng thời là, tạo ra độ bền vừa phải và khả năng gia công đúc làm sản phẩm.

Ở đây, độ tròn có thể được thể hiện bằng (diện tích được chiếu của hạt)/(diện tích của đường tròn có cùng chu vi với chu vi được chiếu của hạt). Phương pháp đo độ tròn là không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, diện tích được chiếu của hạt và chu vi được chiếu của hạt đo được từ ảnh hiển vi và lần lượt được ký hiệu là (A) và (PM). Khi bán kính của đường tròn có chu vi giống như chu vi được chiếu của hạt được ký hiệu là (r),

$$PM = 2\pi r \quad (1).$$

Khi diện tích của đường tròn có chu vi giống như chu vi được chiếu của hạt được ký hiệu là (B),

$$B = \pi r^2 \quad (2).$$

Việc biến đổi công thức (1) tạo ra  $r = PM / 2\pi$  (3).

Do đó, việc thay thế công thức (3) thành công thức (2) tạo ra

$$B = \pi \times (PM/2\pi)^2 \quad (4).$$

Do đó, độ tròn được xác định là độ tròn =  $A/B = A \times 4\pi/(PM)^2$ .

Các hạt đo được được lấy mẫu để thể hiện sự phân bố cỡ hạt của bột này. Do số hạt đo được trở nên càng lớn, thì trị số đo được càng trở nên tin cậy hơn. Xem xét thời gian đo, độ tròn được nói đến để được xác định bằng trị số trung bình của độ tròn của khoảng 100 hạt. Trong bản mô tả, trị số trung bình của độ tròn của 100 hạt cũng được sử dụng. Việc đo được tiến hành bằng phần mềm có sẵn trên thị trường nói chung nhờ sử dụng hình ảnh chiếu của mỗi hạt thu được bằng kính hiển vi quét, kính hiển vi soi nổi, hoặc kính hiển vi tương tự, nhờ đó độ tròn có thể được xác định.

Các hạt canxi cacbonat nặng chứa trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được cấu thành sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế tốt hơn là các hạt mà bề mặt của chúng được oxy hóa một phần và trong đó chế phẩm của canxi oxit được chứa một phần ở trạng thái của sản phẩm đúc. Mức độ của việc oxy hóa này không bị giới hạn cụ thể. Hiệu quả thúc đẩy khả năng phân hủy sinh học thu được ngay cả ở phần bề mặt hạt tương đối nhỏ, ví dụ, tỷ lệ đủ nhỏ hơn 2% thể tích của các hạt này, và do đó việc oxy hóa dư thừa là không cần thiết. Đối với sự oxy hóa một phần bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng chứa trong sản phẩm đúc này, các hạt canxi cacbonat nặng được sử dụng để đúc không yêu cầu đặc biệt để được đưa trước vào xử lý nhiệt hoặc việc xử lý tương tự riêng biệt. Tại thời điểm trộn và làm nóng chảy nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng để sản xuất sản phẩm đúc, bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng có thể được oxy hóa nhờ việc đưa các hạt canxi cacbonat nặng vào lịch sử nhiệt. Việc tạo ra canxi oxit trên bề mặt của các hạt bằng cách oxy hóa có thể được xác định và được định lượng bằng, ví dụ, phương pháp chuẩn độ EDTA hoặc phương pháp chuẩn độ kali permanganat được xác định trong JIS R 9011:2006.

Tỷ lệ trộn (% theo khối lượng) của nhựa có thể phân hủy sinh học được nêu

trên và các hạt canxi cacbonat nặng chứa trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể nếu tỷ lệ trộn là nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90. Tỷ lệ này tốt hơn là từ 40:60 đến 20:80 và tốt hơn nữa là từ 40:60 đến 25:75. Đối với tỷ lệ trộn nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng, điều này là do chế phẩm nhựa có tỷ lệ của canxi cacbonat nặng là nhỏ hơn 50% theo khối lượng dẫn đến không thu được các tính chất vật lý được xác định trước của sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được như kết cấu và độ bền va đập nhờ hỗn hợp của các hạt canxi cacbonat nặng, trong khi đó chế phẩm nhựa có tỷ lệ của canxi cacbonat nặng là lớn hơn 90% theo khối lượng dẫn đến khó khăn trong việc xử lý đúc như đúc ép đùn và đúc phun.

#### Các chất phụ gia khác

Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế có thể được trộn với các chất phụ gia khác như các chất phụ trợ, nếu cần. Đối với các chất phụ gia khác, ví dụ, chất dẻo hóa, chất độn ngoài các hạt canxi bicacbonat, chất tạo màu, chất bôi trơn, chất liên kết, chất cải thiện tính lỏng, chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất hấp thụ tia cực tím, chất làm chậm cháy, chất ổn định, chất khử tĩnh điện, và chất tạo bọt có thể được trộn. Các chất phụ gia này có thể được sử dụng riêng hoặc kết hợp với hai hoặc nhiều chất phụ gia này. Các chất phụ gia này có thể được trộn ở bước nhào trộn được mô tả dưới đây hoặc có thể được trộn trước đây trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được trước bước nhào trộn. Đối với chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, lượng của các chất phụ gia khác này được trộn không bị giới hạn cụ thể nếu các chất phụ gia khác này không ức chế hiệu quả mong muốn do việc trộn nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi bicacbonat được mô tả nêu trên. Ví dụ, mỗi trong số các chất phụ gia khác này mong muốn là được chứa với lượng nằm trong khoảng từ 0 đến 5% theo khối lượng và tổng số các chất phụ gia khác được trộn với lượng nằm trong khoảng từ 10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn trong trường hợp mà tổng khối lượng của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh

học được là 100%.

Sau đây, trong số các chất phụ gia khác, các chất phụ gia này được xem là quan trọng sẽ được mô tả. Tuy nhiên, các chất phụ gia khác không bị giới hạn ở đó.

Ví dụ, trong trường hợp mà poly(axit L-lactic) hoặc poly(axit D-lactic) có mức độ kết tinh cao được sử dụng làm thành phần chính như nhựa có thể phân hủy sinh học được mô tả nêu trên, chất dẻo hóa có thể được bổ sung để tạo ra khả năng gia công của nhựa có thể phân hủy sinh học được và tính mềm dẻo của sản phẩm đúc thu được. Các ví dụ về chất dẻo hóa bao gồm axit lactic, oligome của axit lactic có trọng lượng phân tử trung bình khối là khoảng 3000 hoặc nhỏ hơn, và axit polylactic mạch nhánh (đề cập đến, ví dụ, WO 2010/082639).

Các ví dụ về các chất độn ngoài các hạt canxi cacbonat nặng bao gồm các cacbonat (ngoại trừ canxi cacbonat nặng), sulfat, silicat, phosphat, borat, oxit của canxi, magiê, nhôm, titan, sắt, và kẽm hoặc các hydrat của chúng ở dạng bột. Các ví dụ cụ thể bao gồm canxi cacbonat nhẹ, magiê cacbonat, kẽm oxit, titan oxit, silic đioxit, alumin, đất sét, bột talc, cao lanh, nhôm hydroxit, magiê hydroxit, nhôm silicat, magiê silicat, canxi silicat, nhôm sulfat, magiê sulfat, canxi sulfat, magiê phosphat, bari sulfat, cát silic, cacbon đen, zeolit, molybden, đất diatomit, serixit, shirasu, canxi sulfit, natri sulfat, kali titanat, bentonit, và graphit. Các chất độn này có thể là các chất độn tổng hợp hoặc các chất độn bắt nguồn từ các chất khoáng tự nhiên.

Đối với các chất màu, các sắc tố hữu cơ, sắc tố vô cơ, thuốc nhuộm đã biết bất kỳ có thể được sử dụng. Các ví dụ cụ thể bao gồm các sắc tố hữu cơ như các sắc tố azo, anthraquinon, phthaloxyanin, quinacridon, isoindolinon, dioxazin, perinon quinophthalon và perylen, và các sắc tố vô cơ như xanh ultramarin, titanium oxit, titan màu vàng và sắt oxit (sắt đỏ oxit), crom oxit, kẽm màu trắng, và cacbon màu đen.

Các ví dụ về các chất bôi trơn bao gồm các chất bôi trơn trên cơ sở axit béo

như axit stearic, axit hydroxystearic, axit stearic loại phức hợp, và axit oleic, các chất bôi trơn trên cơ sở rượu béo, các chất bôi trơn trên cơ sở amit béo như stearamit, oxystearamit, oleylamit, eruxylamit, ricinolamit, behenamit, metylolamit, metylenebisstearamit, metylenbisstearobehenamit, các axit bisamit của các axit béo bậc cao, và amit loại phức hợp, các chất bôi trơn trên cơ sở este béo như n-butyl stearat, metyl hydroxystearat, các este của axit béo của rượu đa hóa trị, các este của axit béo no, và các sáp dựa trên este, và các chất bôi trơn trên cơ sở xà phòng kim loại của axit béo.

Đối với các chất chống oxy hóa, các chất chống oxy hóa trên cơ sở phospho, các chất chống oxy hóa trên cơ sở phenol, và các chất chống oxy hóa trên cơ sở pentaerythritol có thể được sử dụng. Các chất chống oxy hóa trên cơ sở phospho, cụ thể hơn là, các chất ổn định chống oxy hóa trên cơ sở phospho như este của axit phosphor và este của axit phospho tốt hơn là được sử dụng. Các ví dụ về các este của axit phosphor bao gồm trieste, dieste, monoeste của axit phosphor như triphenyl phosphit, trisnonylphenyl phosphit, và tris(2,4-di-t-butylphenyl) phosphit.

Các ví dụ về este của axit phosphoric bao gồm trimetyl phosphat, trietyl phosphat, tributyl phosphat, trioctyl phosphat, triphenyl phosphat, tricresyl phosphat, tris(nonylphenyl) phosphat, và 2-etylphenyl diphenyl phosphat. Các chất chống oxy hóa trên cơ sở phospho này có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều chất chống oxy hóa trên cơ sở phospho.

Các ví dụ về các chất chống oxy hóa trên cơ sở phenol bao gồm  $\alpha$ -tocopherol, butylhydroxytoluen, rượu sinapyl, vitamin E, n-octadexyl-3-(3,5-di-t-butyl-4-hydroxyphenyl) propionat, 2-t-butyl-6-(3'-t-butyl-5'-metyl-2'-hydroxybenzyl)-4-metylphenyl acrylat, 2,6-di-t-butyl-4-(N,N-dimetylaminometyl)phenol, dietyl este của 3,5-di-t-butyl-4-hydroxybenzylphosphonat và tetrakis[3-(3,5-di-t-butyl-4-hydroxyphenyl)propionyloxymetyl]metan. Các chất chống oxy hóa trên cơ sở phenol này có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều chất

chống oxy hóa trên cơ sở phenol.

Các chất làm chậm cháy không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, các chất làm chậm cháy trên cơ sở halogen, các chất làm chậm cháy trên cơ sở phospho, hoặc các chất làm chậm cháy trên cơ sở halogen phi phospho như kim loại hydrat có thể được sử dụng. Các ví dụ cụ thể của các chất làm chậm cháy trên cơ sở halogen bao gồm bisphenylalkan được halogen hóa, các hợp chất trên cơ sở bisphenol được halogen hóa như bisphenylete được halogen hóa, bisphenylthioete được halogen hóa và bisphenylsulfon được halogen hóa và các hợp chất trên cơ sở bisphenol-bis(alkyl ete) như bisphenol A được brom hóa, bisphenol S được brom hóa, bisphenol A được clo hóa, và bisphenol S được clo hóa. Các ví dụ về các chất làm chậm cháy trên cơ sở phospho bao gồm nhôm tris(axit diethylphosphinic), bisphenol A bis(điphenyl phosphat), các hợp chất triaryl isopropyl phosphat, cresyl di-2,6-xylenyl phosphat, và các este của axit phosphoric thom ngưng tụ. Các ví dụ về các hydrat kim loại bao gồm nhôm trihydrat, magiê dihydroxit, và tổ hợp của chúng. Các chất làm chậm cháy này có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp của hai hoặc nhiều chất làm chậm cháy. Các hợp chất này đóng vai trò làm các chất hỗ trợ làm chậm cháy và có thể cải thiện hiệu quả hơn hiệu quả làm chậm cháy. Hơn nữa, antimon oxit như antimon trioxit và antimon pentoxit, kẽm oxit, sắt oxit, nhôm oxit, molybden oxit, titan oxit, canxi oxit, và magiê oxit có thể cùng được sử dụng làm các chất hỗ trợ làm chậm cháy.

Các chất tạo bọt là các hợp chất mà gây ra sự thay đổi pha từ dạng rắn sang dạng khí hoặc dạng lỏng bằng cách trộn với hoặc phun áp lực vào trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được nhằm làm nguyên liệu ở trạng thái nóng chảy trong thiết bị làm nóng chảy và nhào trộn hoặc nhằm làm nguyên liệu ở trạng thái nóng chảy trong máy làm nóng chảy và nhào trộn hoặc bản thân chất khí, và được sử dụng chủ yếu để kiểm soát tỷ lệ giãn nở (mật độ bọt) của tấm bọt. Do chất tạo bọt được hòa tan trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được nhằm làm nguyên liệu, chất tạo bọt là chất lỏng ở nhiệt độ phòng mà gây ra sự thay đổi pha thành chất khí nhờ nhiệt độ của nhựa và được hòa tan trong nhựa

nóng chảy, và chất tạo bọt là chất khí ở nhiệt độ phòng được hòa tan trong nhựa nóng chảy do nó không cần gây ra sự thay đổi pha. Chất tạo bọt được phân tán và hòa tan trong nhựa nóng chảy mở rộng vào trong tấm do áp suất được giải phóng tại thời điểm ép đùn nhựa nóng chảy từ khuôn ép đùn thành sản phẩm giống như tấm để tạo ra tấm dạng bọt bằng cách tạo thành nhiều ô kín mìn bên trong tấm. Thứ hai, chất tạo bọt đóng vai trò làm chất dẻo hóa mà làm giảm độ nhớt nóng chảy của chế phẩm nhựa nguyên liệu và làm giảm nhiệt độ để đạt được trạng thái dẻo hóa của chế phẩm nhựa nguyên liệu.

Các ví dụ về chất tạo bọt bao gồm các hydrocarbon béo như propan, butan, pentan, hexan, và heptan; các hydrocarbon vòng no như xyclobutan, xyclopentan và xyclohexan; các hydrocarbon được halogen hóa như clodiflometan, diflometan, triflometan, tricloflometan, điclometan, đicloflometan, điclodiflometan, clometan, cloetan, điclotrifloetan, điclopentaflöetan, tetraflöetan, diflöetan, pentaflöetan, triflöetan, điclotetraflöetan, triclotriflöetan, tetraclodiflöetan, và perfloxyclobutan; các khí vô cơ như cacbon đioxit, nitơ, và không khí; và nước.

Hàm lượng chất tạo bọt chứa trong chất tạo bọt ở bước đúc có thể được xác định thích hợp tùy thuộc vào lượng nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng và lượng tương tự, và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,04 đến 5,00% theo khối lượng so với tổng khối lượng của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được.

### Sản phẩm đúc

Sản phẩm đúc theo sáng chế là sản phẩm đúc được đúc nhờ sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được mà trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được mô tả nêu trên được trộn với lượng lớn.

Hình dạng hoặc tương tự của sản phẩm đúc theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể và có thể ở các dạng khác nhau. Các sản phẩm đúc khác nhau, ví dụ, các tấm, các sản phẩm vật chứa dùng cho thực phẩm các và sản phẩm vật chứa khác, hoặc các sản phẩm tiêu dùng được được bố trí trong khoảng thời gian tương đối ngắn trong các lĩnh vực nhu cầu thiết yếu hàng ngày, các bộ phận của ô tô, các bộ

phần điện/điện tử, và các chi tiết xây dựng có thể được đúc.

Độ dày của sản phẩm đúc theo sáng chế cũng không bị giới hạn cụ thể và có thể khác nhau từ độ dày mỏng đến độ dày dày mà tùy thuộc vào dạng của sản phẩm đúc. Ví dụ, sản phẩm đúc có độ dày là từ 40  $\mu\text{m}$  đến 5000  $\mu\text{m}$  và lớn hơn, tốt hơn là có độ dày từ 50  $\mu\text{m}$  đến 1000  $\mu\text{m}$  được minh họa. Độ dày nằm trong khoảng này cho phép sản phẩm đúc mà không có vấn đề về khả năng đúc khuôn và khả năng gia công, thì không gây ra lệch độ dày, đồng nhất và không có lỗi được tạo khuôn.

Cụ thể là, trong trường hợp mà dạng của sản phẩm đúc là tấm, độ dày tốt hơn là từ 50  $\mu\text{m}$  đến 1000  $\mu\text{m}$  và tốt hơn nữa là từ 50  $\mu\text{m}$  đến 400  $\mu\text{m}$ . Tấm có độ dày nằm trong khoảng này có thể được sử dụng thích hợp thay cho giấy hoặc giấy tổng hợp với ứng dụng in/thông tin nói chung và ứng dụng bao gói.

Theo một phương án của sản phẩm đúc theo sáng chế, các chi tiết cấu thành sản phẩm đúc có thể có cấu trúc phân lớp. Như được mô tả nêu trên, sản phẩm đúc được tạo thành từ chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được, được tạo thành bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn, có, ví dụ, độ bền cơ học và độ chịu nhiệt nổi trội. Để tạo ra các chức năng khác nhau như đặc tính không di trú của các thành phần được chứa, độ bền chống xước, độ bóng, và khả năng hàn nhiệt với bề mặt, có thể sử dụng dạng mà trong đó ít nhất một bề mặt của lớp chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn được phủ bằng lớp bề mặt. Trong trường hợp mà cả hai bề mặt của lớp chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được mà trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được trộn được phủ, các lớp bề mặt được bố trí trên các bề mặt tương ứng có thể là giống hoặc khác nhau. Các lớp trung gian đơn khác hoặc nhiều lớp trung gian có thể được tạo ra giữa lớp bề mặt và lớp chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn. Vật liệu cấu thành lớp bề mặt này không bị giới hạn cụ thể do các vật liệu khác nhau có thể được sử dụng tùy thuộc vào chức năng được tạo ra và chức năng tương tự. Ví dụ, có thể

minh họa một dạng của nhựa có thể phân hủy sinh học được, cụ thể là axit polylactic, mà không có các chất phụ gia hoặc trộn lượng chất phụ gia thấp đáng kể, hoặc nhựa tổng hợp trên cơ sở dầu mỏ như nhựa polyolefin, các lớp màng polypropylen không có chất phụ gia và các lớp màng polyetylen không có chất phụ gia. Độ dày của các lớp bề mặt này có thể đủ mỏng so với độ dày của lớp chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo thành bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn và, ví dụ, nằm trong khoảng từ 1  $\mu\text{m}$  đến 40  $\mu\text{m}$  và tốt hơn là nằm trong khoảng từ 2  $\mu\text{m}$  đến 15  $\mu\text{m}$ . Không giới hạn cụ thể phương pháp bao phủ, với lớp bề mặt, ít nhất một bề mặt của lớp này chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo thành bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn cũng không bị giới hạn cụ thể. Đối với phương pháp này, có thể sử dụng phương pháp mà trong đó màng được tạo ra riêng biệt đối với lớp bề mặt được đúc bằng cách, ví dụ, đúc thổi phồng kết dính với một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của lớp chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn bằng cách xử lý tạo lớp, hoặc phương pháp mà trong đó, như các phương pháp đã biết thông thường, chế phẩm có thể phân hủy sinh học được dùng cho lớp bề mặt được ép đùn đồng thời bằng cách sử dụng khuôn hai màu hoặc khuôn đa màu cùng với chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn theo sáng chế để đúc tấm phân lớp.

Phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được

Đối với phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, các phương pháp phổ biến có thể được sử dụng. Ví dụ, các phương pháp đúc đã biết bất kỳ như phương pháp đúc phun, phương pháp đúc phun bột, phương pháp đúc nén phun, phương pháp đúc ép đùn, phương pháp đúc thổi, phương pháp ép khuôn, phương pháp đúc theo lịch biểu, phương pháp đúc khí áp lực chân không, phương pháp đúc trong khuôn (in-mold molding), phương pháp đúc nén khí, phương pháp đúc hai màu hoặc đa màu, và phương pháp đúc

kẹp có thể được sử dụng. Trong trường hợp mà chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế chứa chất tạo bọt và sản phẩm đúc về khía cạnh sản phẩm dạng bọt thu được, các phương pháp đã biết thông thường bao gồm phương pháp tạo bọt pha lỏng như tạo bọt phun, tạo bọt ép đùn, và tạo hình thổi, hoặc các phương pháp tạo bọt pha rắn như tạo bọt hạt, tạo bọt theo mẻ, tạo bọt nén, và tạo bọt thứ cấp khí quyển có thể được sử dụng làm phương pháp đúc sản phẩm bọt nếu sản đúc bọt có thể được đúc thành hình dạng mong muốn.

Nhiệt độ đúc tại thời điểm đúc không thể được cụ thể hóa tuyệt đối do nhiệt độ đúc biến đổi đến phạm vi nhất định tùy thuộc vào, ví dụ, phương pháp đúc và loại nhựa có thể phân hủy sinh học được sẽ được sử dụng. Ví dụ, việc đúc mong muốn là được thực hiện ở nhiệt độ nhựa nóng chảy là từ 140 đến 220°C và tốt hơn là nằm trong khoảng nhiệt độ từ 160 đến 200°C. Trong khoảng nhiệt độ này, nhựa có thể phân hủy sinh học được có thể được đúc với đặc tính theo hình dạng nổi trội mà không bị biến tính.

Đối với một khía cạnh ưu tiên theo phương pháp sản xuất sản phẩm đúc theo sáng chế, phương pháp sản xuất sản phẩm đúc mà trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn được làm nóng chảy và nhào trộn bằng máy ép đùn vít kép ở từ 160 đến 220°C và tốt hơn là từ 170 đến 190°C, và sau đó được đúc thành sản phẩm giống như tấm không bị kéo căng nhờ sử dụng khuôn đúc chữ T.

Đối với một khía cạnh ưu tiên theo phương pháp sản xuất sản phẩm đúc theo sáng chế, phương pháp sản xuất sản phẩm đúc mà trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được tạo ra bằng cách trộn các hạt canxi cacbonat nặng với lượng lớn được làm nóng chảy và nhào trộn bằng máy ép đùn vít kép ở từ 140 đến 220°C và tốt hơn là từ 160 đến 200°C, và sau đó được đúc ở nhiệt độ đúc từ 20 đến 110°C.

Như được mô tả nêu trên, trong việc đúc sản phẩm đúc theo sáng chế, việc tạo hình sản phẩm nhiều lớp với chế phẩm nhựa khác là có thể có. Chế phẩm nhựa khác có thể được áp dụng với một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của lớp chứa

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được mà trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được trộn theo sáng chế, hoặc ngược lại, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế mà trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được trộn có thể được áp dụng với một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của lớp chứa các chế phẩm nhựa khác, tùy thuộc vào mục đích.

Trong trường hợp tạo hình chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được thành sản phẩm giống như tấm, sản phẩm giống như tấm có thể được kéo căng theo hướng đơn trục, hướng hai trục, hoặc hướng đa trục (kéo căng bằng, ví dụ, phương pháp ống) trong khi hoặc sau khi đúc khuôn. Tuy nhiên, theo sáng chế, dạng không kéo căng hoặc dạng kéo căng yếu không tránh được để về cơ bản là không kéo căng là ưu tiên. Ở trạng thái không bị kéo căng hoặc về cơ bản không bị kéo căng, sản phẩm đúc theo sáng chế có thể có kết cấu tạo ra đủ độ bền cơ học và, đồng thời, đầy nhanh khả năng phân hủy sinh học.

Việc trộn nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có thể được xác định thích hợp theo phương pháp đúc (ví dụ, đúc ép đùn, đúc phun, và đúc chân không). Ví dụ, nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng có thể được nhào và làm nóng chảy trước khi được nạp vào trong máy đúc từ khuôn hoặc nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng có thể được nhào trộn, làm nóng chảy và đồng thời, được đúc nhờ sử dụng máy đúc theo cách kết hợp. Trong việc làm nóng chảy và nhào trộn, các hạt canxi cacbonat nặng tốt hơn là được phân tán đồng nhất trong nhựa có thể phân hủy sinh học được và, đồng thời, hỗn hợp này được nhào trộn bằng cách tác dụng ứng suất cắt cao. Ví dụ, hỗn hợp này tốt hơn là được nhào trộn nhờ sử dụng máy nhào trộn hai trục.

Trong phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, chế phẩm nhựa dẻo nhiệt được tạo ra bằng cách trộn nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng sẽ được sử dụng theo tỷ lệ được xác định trước có thể là ở dạng viên hoặc có thể không ở

dạng viên. Trong trường hợp của dạng viên, hình dạng của các viên không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, các viên có hình dạng là hình trụ, hình cầu và hình elip có thể được tạo thành. Thao tác tạo viên để thu được các viên này có thể được tiến hành bằng các quy trình hoặc thiết bị được sử dụng phổ biến bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Ví dụ, trong khi nhựa có thể phân hủy sinh học được đang bị nóng chảy bằng cách sử dụng máy ép đùn vít kép hoặc máy tương tự, các hạt canxi cacbonat nặng và các chất phụ gia khác được bổ sung và hỗn hợp thu được nóng chảy và được nhào trộn, và được đùn thành hình dạng sợi, và được làm nguội. Sau đó, các viên được sản xuất nhờ máy ép viên. Các viên được sản xuất như vậy có thể được sử dụng cho việc đúc phun hoặc việc tương tự sau khi sấy khô đủ để loại bỏ nước.

Kích cỡ của các viên có thể được xác định thích hợp tùy thuộc vào hình dạng. Ví dụ, trong trường hợp các viên dạng hình cầu, đường kính có thể là từ 1 đến 10 mm. Trong trường hợp viên dạng hình elip, các viên có thể có hình dạng elip với tỷ lệ phương diện là từ 0,1 đến 1,0 và có thể có chiều dọc và chiều ngang là từ 1 đến 10 mm. Trong trường hợp các viên hình trụ, đường kính có thể nằm trong khoảng từ 1 đến 10 mm và chiều dài có thể nằm trong khoảng từ 1 đến 10 mm. Các hình dạng này có thể được tạo thành các viên sau bước nhào trộn theo các phương pháp thông thường.

Do rõ ràng từ tính thể axit polylactic (axit poly(L-lactic) hoặc poly(axit D-lactic)) mà có thể được sử dụng một cách tiêu biểu làm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế với nhiệt độ chuyển pha thủy tinh tương đối cao là từ 57 đến 60°C, mạch chính cứng một cách đáng kể và tốc độ kết tinh là chậm. Do đó, trong việc đúc phun mà không có thao tác kéo căng, axit polylactic giữ ở trạng thái bán nóng chảy ngay khi nhiệt độ đúc được thiết lập đến 90 đến 100°C (khuôn đúc có nhiệt độ cao), mà tối ưu cho việc kết tinh. Cuối cùng, axit polylactic được làm mát và đóng rắn bằng cách thiết lập nhiệt độ đúc gần nhiệt độ phòng (khuôn đúc nhiệt độ thấp). Tuy nhiên, mức độ kết tinh cực kỳ thấp và chỉ thu được sản phẩm đúc có độ chịu nhiệt kém.

Mặt khác, trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, các hạt canxi cacbonat nặng được trộn với lượng được trộn nhiều so với nhựa có thể phân hủy sinh học được, và do đó sản phẩm đúc đủ cứng ngay cả trong khuôn đúc nhiệt độ cao và có độ kết tinh ngay cả trong khuôn đúc nhiệt độ thấp ngay cả khi tinh thể axit polylactic (axit poly(L-lactic) hoặc poly(axit D-lactic)) làm nhựa có thể phân hủy sinh học được được sử dụng làm thành phần chính. Bằng cách bổ sung hiệu quả của hỗn hợp của các hạt canxi cacbonat nặng với lượng được trộn nhiều, độ chịu nhiệt của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế trở nên cao so với chế phẩm thông thường trong đó tinh thể axit polylactic được sử dụng làm thành phần chính. Do đó, không cần thiết mất đủ thời gian để làm mát, và do đó chu kỳ đúc được rút ngắn và năng suất được cải thiện.

#### **Ví dụ thực hiện sáng chế**

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể hơn dựa trên các ví dụ. Các ví dụ này được chỉ với mục đích minh họa các khía cạnh cụ thể và các phương án để tạo điều kiện thuận lợi cho việc hiểu khái niệm và phạm vi của sáng chế được bộc lộ trong bản mô tả này và được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

#### **Các phương pháp đánh giá**

Mỗi trị số đặc tính vật lý được mô tả trong các ví dụ sau và các ví dụ so sánh được đánh giá bằng các phương pháp sau đây.

##### **Diện tích bề mặt riêng của các hạt**

Diện tích bề mặt riêng của các hạt được xác định bằng phương pháp hấp thụ khí nitơ sử dụng BELSORP-mini được sản xuất bởi MicrotracBEL.

##### **Đường kính hạt trung bình**

Đường kính hạt trung bình được tính toán từ kết quả đo của diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thẩm khí theo JIS M-8511 sử dụng thiết bị loại SS-100 đo diện tích bề mặt riêng đo được sản xuất bởi Shimadzu Corporation.

##### **Độ tròn của các hạt**

Để thể hiện sự phân bố hạt của bột, lấy mẫu 100 hạt. Hình ảnh hạt của ảnh chiếu của mỗi hạt trong số các hạt thu được nhờ sử dụng vi kế quang học được đưa vào phân tích hình ảnh bằng cách sử dụng phần mềm phân tích hình ảnh có sẵn trên thị trường để xác định độ tròn. Đối với nguyên lý đo, diện tích được chiếu của hạt và chu vi được chiếu của hạt lần lượt được đo và được ký hiệu là (A) và (PM). Khi bán kính của đường tròn có chu vi giống như chu vi được chiếu của hạt được ký hiệu là (r),

$$PM = 2\pi r \quad (1).$$

Khi diện tích của đường tròn có chu vi giống như chu vi được chiếu của hạt được ký hiệu là (B),

$$B = \pi r^2 \quad (2).$$

Việc biến đổi công thức (1) tạo ra  $r = PM / 2\pi$  (3).

Do đó, việc thay thế công thức (3) thành công thức (2) tạo ra

$$B = \pi \times (PM/2\pi)^2 \quad (4).$$

Do đó, độ tròn được xác định là độ tròn =  $A/B = A \times 4\pi/(PM)^2$ .

Trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ )

Trọng lượng phân tử trung bình khối được xác định đối với trị số polystyren chuẩn đo được bằng sắc ký thẩm thấu gel (value measured by gel permeation chromatography - GPC). Đối với thiết bị đo, các thiết bị sau đây được sử dụng: Đầu dò: Máy đo khúc xạ vi sai RID-6A được sản xuất bởi Shimadzu Corporation, Bơm: LC-10AT được sản xuất bởi Shimadzu Corporation, và Cột: TSKgel G2000HXL, TSKgel G3000HXL, và TSKguardcolumn HXL-L nối tiếp được sản xuất bởi TOSOH CORPORATION. Cloform được sử dụng làm chất rửa giải, và phun 10  $\mu$ l mẫu có nhiệt độ là 40°C, vận tốc dòng là 1,0 ml/phút, và nồng độ 1 mg/ml.

Độ bền va chạm Izod

Thử nghiệm va chạm Izod được tiến hành theo ASTM D256 nhờ sử dụng mẫu thử nghiệm có độ rộng là 10 mm và độ dày là 3 mm ở nhiệt độ phòng

(23°C±1°C) dưới điều kiện vạch dấu.

Thử nghiệm khả năng phân hủy enzym

Điều chế dung dịch CLE enzym và chất lỏng phân giải;

Bổ sung 48 µl dung dịch enzym CLE (lipaza có nguồn gốc từ *Cryptococcus* sp. S-2 với hoạt tính lipaza là 653 U/ml (National Research Institute of Brewing (Incorporated Administrative Agency): công bố đơn sáng chế Nhật Bản số 2004-73123)) vào 10 ml dung dịch đệm phosphat 60 mmol/l có độ pH = 7 để tạo ra chất lỏng phân hủy. Hoạt tính lipaza đo được bằng cách sử dụng para-nitrophenyl laurat làm cơ chất. Ở đây, 1 U hoạt tính lipaza được xác định là lượng enzym khi 1 µmol/phút para-nitrophenol được giải phóng từ para-nitrophenyl laurat.

Thử nghiệm khả năng phân hủy enzym;

Màng (30 mm×30 mm) được tạo ra ở mỗi ví dụ và ví dụ so sánh và 10 ml của chất lỏng phân giải nêu trên được đặt trong lọ 25ml và lọ này được lắc ở 58°C và 100 vòng/ phút trong 7 ngày. Để tránh giảm cực cao về độ pH, 7 ngày được chia thành 2 ngày, 2 ngày và 3 ngày, và chất lỏng phân giải được trao đổi ở mỗi trong số các ngày được chia. Sau 7 ngày, màng được lấy ra và sấy khô qua đêm trong lò vi sóng ở 45°C, và đo trọng lượng. Tốc độ phân giải của màng này được xác định bằng  $\{(trọng\ lượng\ màng\ ban\ đầu) - (trọng\ lượng\ màng\ sau\ 7\ ngày)/trọng\ lượng\ màng\ ban\ đầu\} \times 100$ .

Thử nghiệm khả năng phân hủy do nước biển

Điều chế nước biển nhân tạo;

Hòa tan 36 g nước biển nhân tạo khô (được sản xuất bởi GEX. Co. , Ltd. ) vào 1 L nước máy để tạo ra nước biển nhân tạo.

Thử nghiệm khả năng phân hủy do nước biển;

Màng (30 mm×30 mm) được sản xuất trong mỗi ví dụ và ví dụ so sánh và 10 ml nước biển nhân tạo được đặt vào trong lọ 25 ml và lắc lọ này ở 58°C và 100 vòng/phút trong 7 ngày. Sau 7 ngày, màng được lấy ra và sấy khô qua đêm trong lò vi sóng ở 45°C, và đo trọng lượng. Tốc độ phân giải của màng này được

xác định bằng  $\{(\text{trọng lượng màng ban đầu}) - (\text{trọng lượng màng sau 7 ngày})/\text{trọng lượng màng ban đầu}\} \times 100$ .

#### Vật liệu

Các thành phần được sử dụng trong các ví dụ và ví dụ so sánh sau là như sau.

##### • Thành phần nhựa (P)

P1: axit poly(L-lactic) (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 130.000, điểm nóng chảy: 172°C)

P2: Poly(axit L-lactic) (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 170.000, điểm nóng chảy: 178°C)

P3: Poly(axit L-lactic) (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 80.000, điểm nóng chảy: 167°C)

P4: Poly(axit D-lactic) (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 230.000, điểm nóng chảy: 182°C)

P5: Poly(axit DL-lactic) (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 150.000)

P6: Copolyme đa khối của axit polylactic (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 70.000, điểm nóng chảy: 140°C)

P7: Axit polyglycolic (trọng lượng phân tử trung bình khối Mw: 200.000, điểm nóng chảy: 228°C)

##### • Bột chất vô cơ (I)

I1: Các hạt canxi cacbonat nặng → đường kính hạt trung bình: 2,2  $\mu\text{m}$ , diện tích bề mặt riêng BET: 1,0  $\text{m}^2/\text{g}$ , độ tròn: 0,85

I2: Các hạt canxi cacbonat nặng → đường kính hạt trung bình: 1,1  $\mu\text{m}$ , diện tích bề mặt riêng BET: 3,2  $\text{m}^2/\text{g}$ , độ tròn: 0,55

I3: Các hạt canxi cacbonat nặng → đường kính hạt trung bình: 3,6  $\mu\text{m}$ , diện tích bề mặt riêng BET: 0,6  $\text{m}^2/\text{g}$ , độ tròn: 0,9

I4: Các hạt canxi cacbonat nặng → đường kính hạt trung bình: 8,0  $\mu\text{m}$ , diện tích bề mặt riêng BET: 0,3  $\text{m}^2/\text{g}$ , độ tròn: 0,93

Ia: Các hạt cacbonat canxi nhẹ → đường kính hạt trung bình: 1,5  $\mu\text{m}$ , diện

tích bề mặt riêng BET: 0,1 m<sup>2</sup>/g, độ tròn: 1,0

Ib: Các hạt talc → đường kính hạt trung bình: 3,3 μm, diện tích bề mặt riêng BET: 12,0 m<sup>2</sup>/g, độ tròn: 0,49

- Chất dẻo hóa axit polylactic mạch nhánh (M)

#### Ví dụ 1

Poly(axit L-lactic) P1 được dùng làm thành phần nhựa, các hạt canxi cacbonat nặng II được dùng làm bột chất vô cơ, và axit polylactic mạch nhánh M được dùng làm chất dẻo hóa với tỷ lệ trộn được liệt kê trong Bảng 1. Trong Bảng 1, trị số số học của mỗi thành phần là trị số theo phần khối lượng. Các thành phần được nạp vào trong máy đúc ép đùn được trang bị bằng bộ hai vít (thiết bị đúc ép đùn khuôn chữ T (Đường kính 20 mm, L/D = 25), được sản xuất bởi Toyo Seiki Seisaku-sho, Ltd.), được nhào ở nhiệt độ là 175°C, và được tạo viên. Các viên thu được được đúc phun ở 175°C và được giữ ở nhiệt độ đúc là 60°C để thu được sản phẩm đúc giống như vật chứa. Do đó, khả năng tháo khuôn là nổi trội. Tấm có độ dày là 3 mm và màng có độ dày là 200 μm được chuẩn bị nhờ sử dụng các viên thu được thông qua khuôn chữ T ở nhiệt độ là 180°C. Nhờ sử dụng các mẫu thử nghiệm được tạo ra từ các tấm và màng thu được, thử nghiệm va chạm Izod nêu trên, thử nghiệm khả năng phân hủy enzym, và thử nghiệm khả năng phân hủy do nước biển được tiến hành. Các kết quả thu được được liệt kê trong Bảng 1.

Các ví dụ 2 đến 12 và ví dụ so sánh 1 đến 4

Tấm có độ dày là 3 mm và màng có độ dày là 200 μm được tạo ra bằng phương pháp giống như phương pháp trong ví dụ 1 ngoại trừ loại và lượng lượng mỗi thành phần trong chế phẩm nhựa đã được thay đổi từ ví dụ 1, như được liệt kê trong Bảng 2. Thử nghiệm va chạm Izod, thử nghiệm khả năng phân hủy enzym, và thử nghiệm khả năng phân hủy do nước biển được tiến hành tương tự. Các kết quả được liệt kê trong Bảng 1.

Bảng 1

|                 | Thành phần nhựa (P) | Bột chất vô cơ (I) | Chất dẻo hóa (M) | Thử nghiệm va chạm Izod (kJ/m <sup>2</sup> ) | Thử nghiệm khả năng phân hủy enzym (%) | Thử nghiệm khả năng phân hủy do nước biển (%) |
|-----------------|---------------------|--------------------|------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Ví dụ 1         | P1/40               | I1/60              | 1                | 5,3                                          | 78                                     | 63                                            |
| Ví dụ 2         | P1/20               | I1/80              | 1                | 5,4                                          | 80                                     | 65                                            |
| Ví dụ 3         | P1/10               | I1/90              | 1                | 4,5                                          | 81                                     | 67                                            |
| Ví dụ 4         | P2/30               | I1/70              | 1                | 5,3                                          | 77                                     | 61                                            |
| Ví dụ 5         | P3/30               | I1/70              | 1                | 4,7                                          | 76                                     | 60                                            |
| Ví dụ 6         | P4/30               | I1/70              | 1                | 4,9                                          | 73                                     | 58                                            |
| Ví dụ 7         | P5/30               | I1/70              | 1                | 4,8                                          | 70                                     | 57                                            |
| Ví dụ 8         | P6/30               | I1/70              | 1                | 4,5                                          | 74                                     | 59                                            |
| Ví dụ 9         | P1/30               | I2/70              | 1                | 5,3                                          | 76                                     | 61                                            |
| Ví dụ 10        | P1/30               | I3/70              | 1                | 5,0                                          | 72                                     | 57                                            |
| Ví dụ 11        | P1/30               | I4/70              | 1                | 4,8                                          | 70                                     | 55                                            |
| Ví dụ 12        | P1/28<br>P7/2       | I1/70              | 1                | 5,5                                          | 75                                     | 60                                            |
| Ví dụ so sánh 1 | P1/5                | I1/95              | 1                | 2,5                                          | 79                                     | 65                                            |

|                    |       |       |   |     |    |    |
|--------------------|-------|-------|---|-----|----|----|
| Ví dụ so<br>sánh 2 | P1/60 | I1/40 | 1 | 5,1 | 40 | 25 |
| Ví dụ so<br>sánh 3 | P1/40 | Ia/60 | 1 | 5,4 | 35 | 18 |
| Ví dụ so<br>sánh 4 | P1/20 | Ib/80 | 1 | 5,4 | 36 | 19 |

Đã phát hiện ra rằng, trong các ví dụ về chế phẩm nhựa dẻo nhiệt mà trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được trộn theo sáng chế, mọi ví dụ tạo ra các sản phẩm đúc có khả năng đúc nổi trội và độ bền nổi trội. Ngoài ra, đối với khả năng phân hủy sinh học, các sản phẩm đúc theo các ví dụ được cải thiện so với các sản phẩm đúc theo các ví dụ so sánh 3 và 4.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm:

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng, trong đó:

đường kính hạt trung bình của các hạt canxi cacbonat nặng là từ 1,0 đến 10,0  $\mu\text{m}$  được tính từ kết quả đo của diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thấm khí theo JIS M-8511,

diện tích bề mặt riêng BET của các hạt canxi cacbonat nặng là từ 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  đến 10,0  $\text{m}^2/\text{g}$ ,

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa chất dẻo hóa được chọn từ nhóm chỉ bao gồm axit lactic, oligome của axit lactic có trọng lượng phân tử trung bình khối là 3.000 hoặc nhỏ hơn, và axit polylactic mạch nhánh, và

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có tỷ lệ của chất dẻo hóa là từ 1% đến 5% theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được.

2. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm 1, trong đó độ tròn của các hạt canxi cacbonat nặng là 0,50 hoặc lớn hơn và 0,95 hoặc nhỏ hơn.

3. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm 1 hoặc 2, trong đó các hạt canxi cacbonat nặng là các hạt với phần bề mặt của nó được oxy hóa một phần.

4. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa axit polylactic.

5. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, sản phẩm đúc này bao gồm chế phẩm nhựa có thể

phân hủy sinh học được trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa poly(axit L-lactic) có trọng lượng phân tử trung bình khối ( $M_w$ ) là 50.000 hoặc lớn hơn và 300.000 hoặc nhỏ hơn nằm trong khoảng từ 10 đến 100% theo khối lượng toàn bộ thành phần nhựa.

6. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó sản phẩm đúc có cấu trúc phân lớp được tạo thành bằng cách phủ ít nhất một bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng với lớp bề mặt chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được.

7. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó sản phẩm đúc là tấm.

8. Sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó sản phẩm đúc là sản phẩm vật chứa.

9. Viên bao gồm: chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng,

trong đó:

đường kính hạt trung bình của các hạt canxi cacbonat nặng là từ 1,0 đến 10,0  $\mu\text{m}$  được tính từ kết quả đo của diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thấm khí theo JIS M-8511,

diện tích bề mặt riêng BET của các hạt canxi cacbonat nặng là từ 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  đến 10,0  $\text{m}^2/\text{g}$ ,

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa chất dẻo hóa được chọn từ nhóm chỉ bao gồm axit lactic, oligome của axit lactic có trọng lượng phân tử trung bình khối là 3.000 hoặc nhỏ hơn, và axit polylactic mạch nhánh, và

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có tỷ lệ của chất dẻo hóa là từ 1% đến 5% theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được.

10. Phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được, phương pháp này bao gồm:

đúc chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và các hạt canxi cacbonat nặng nằm trong khoảng từ 50:50 đến 10:90 theo khối lượng ở nhiệt độ từ 20 đến 110°C, trong đó:

đường kính hạt trung bình của các hạt canxi cacbonat nặng là từ 1,0 đến 10,0  $\mu\text{m}$  được tính từ kết quả đo của diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thấm khí theo JIS M-8511,

diện tích bề mặt riêng BET của các hạt canxi cacbonat nặng là từ 0,1  $\text{m}^2/\text{g}$  đến 10,0  $\text{m}^2/\text{g}$ ,

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa chất dẻo hóa được chọn từ nhóm chỉ bao gồm axit lactic, oligome của axit lactic có trọng lượng phân tử trung bình khối là 3.000 hoặc nhỏ hơn, và axit polylactic mạch nhánh, và

chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có tỷ lệ của chất dẻo hóa là từ 1% đến 5% theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được.

11. Phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm 10, trong đó việc đúc này được thực hiện mà không cần xử lý kéo căng.

12. Phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm 10 hoặc 11, trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được làm nóng chảy và được nhào bằng máy đùn vít kép ở nhiệt độ từ 140 đến 220°C và sau đó được đúc ở dạng tấm sử dụng khuôn đúc chữ T.

13. Phương pháp sản xuất sản phẩm đúc bằng nhựa có thể phân hủy sinh học được theo điểm 10 hoặc 11, trong đó chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được được làm nóng chảy và được nhào với máy đùn vít kép ở nhiệt độ từ 140 đến 220°C và sau đó được đúc bằng cách phun vào trong khuôn được duy trì ở nhiệt độ đúc từ 20 đến 110°C.