



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

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

(11)



1-0037401

(51)^{2021.01} C08L 67/04; C08K 3/012; C08K 7/18; (13) B
B29C 51/10; C08K 3/26

(21) 1-2021-07552

(22) 11/05/2020

(86) PCT/JP2020/018870 11/05/2020

(87) WO2021/010001 21/01/2021

(30) 2019-130196 12/07/2019 JP

(45) 27/11/2023 428

(43) 25/04/2022 409

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

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

(72) SASAKAWA Gouki (JP).

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

(54) CHẾ PHẨM NHỰA CÓ THỂ PHÂN HỦY SINH HỌC ĐƯỢC CHỨA BỘT CỦA
HỢP CHẤT VÔ CƠ, SẢN PHẨM ĐÚC, TẤM, VÀ MÀNG BAO GỒM CHẾ
PHẨM NÀY

(57) Sáng chế cập đến chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được pha trộn bột của hợp chất vô cơ thể hiện khả năng gia công nổi trội, độ bền cơ học thỏa đáng và độ mềm dẻo nổi trội làm sản phẩm đúc, và có ưu điểm về mặt kinh tế, cũng như có khả năng phân hủy nổi trội trong môi trường tự nhiên và sản phẩm đúc được tạo ra bằng cách sử dụng chế phẩm này. Sáng chế cũng đề cập đến sản phẩm đúc được đúc bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bao gồm: nhựa có thể phân hủy sinh học được và bột của hợp chất vô cơ với khoảng khối lượng từ 10:90 đến 70:30, trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác và bột của hợp chất vô cơ là canxi cacbonat nặng. Ngoài ra, sáng chế cũng đề cập đến tấm và màng bao gồm chế phẩm theo sáng chế.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được và sản phẩm đúc sử dụng chế phẩm này. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được và sản phẩm đúc có độ bền cơ học thỏa đáng và độ mềm dẻo nổi trội và có khả năng phân hủy nổi trội trong môi trường.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thông thường, các nhựa có thể phân hủy sinh học được đại diện bởi axit polylactic đã được chú ý đến là các nhựa thân thiện với môi trường bởi vì các nhựa này biến đổi thành các chất 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 thông thường nhưng có độ chịu nhiệt kém như so với các polyeste hóa dầu đại diện bởi polyetylen terephthalat và polybutylen terephthalat. 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.

Nhìn chung, các nhựa có thể phân hủy sinh học được có giá thành sản xuất cao và giá thành đắt đỏ. Vấn đề này là vấn đề chính để thay thế các chất dẻo 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 nhắc đến là có khả năng phân hủy sinh học, phản ứng thủy phân, là bước quyết định tốc độ, là tương đối thấp, cụ thể là gần

với nhiệt độ phòng. Do đó, cần nhiều thời gian cho đến khi các vi sinh vật đưa sản phẩm đúc trở về dạng các tài nguyên. Cụ thể là, đối với sản phẩm đúc như các vật chứa, việc phân hủy do tác động của enzym diễn ra từ bề mặt của sản phẩm đúc, và do vậy 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 về khả năng 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 trên đây, có nhiều vấn đề còn tồn tại trong việc phổ biến các sản phẩm mà sử dụng các nhựa có thể phân hủy sinh học được.

Tài liệu sáng chế 1 đề xuất giấy dán tường có lớp nhựa bao gồm 50 phần khối lượng đến 200 phần khối lượng của chất độn vô cơ được chọn từ nhóm bao gồm canxi cacbonat, vôi sống (quicklime), kali bicacbonat, bột talc, và silic oxit so với 100 phần khối lượng của nhựa hỗn hợp của axit polylactic (PLA) và axit polyhydroxyalkanoic (PHA) trên nền. Điều này để mạng lại độ mềm dẻo cho nhựa trong khi duy trì được khả năng phân hủy sinh học bằng cách pha trộn axit polyhydroxyalkanoic với axit polylactic. Tuy nhiên, trong việc sản xuất sản phẩm đúc, việc nhào trộn đồng nhất axit polyhydroxyalkanoic với axit polylactic là hết sức khó khăn về mặt kỹ thuật và các đặc tính cơ học của các sản phẩm đúc thu được biến thiên lớn. Đối với khả năng phân hủy sinh học, đã phát sinh vấn đề sinh ra sự biến thiên trong đó axit polyhydroxyalkanoic phân hủy nhanh hơn trong hợp chất này.

Tài liệu sáng chế 2 đề xuất rằng lớp đàn hồi cấu thành một phần của vật liệu sần đệm được tạo thành từ nhựa compozit bao gồm axit polyhydroxyalkanoic, bao gồm axit polyhydroxyalkanoic và axit polylactic, hoặc bao gồm axit polyhydroxyalkanoic, nhựa đàn hồi acrylic, và axit polylactic. Mặc dù có thể đảm bảo được độ mềm dẻo, tuy nhiên, việc chỉ sử dụng axit polyhydroxyalkanoic dẫn đến độ bền cơ học không thỏa đáng. Ngoài ra, trong trường hợp mà axit polyhydroxyalkanoic và axit polylactic được pha trộn (blend), gây ra khó khăn về

việc nhào trộn đồng nhất như được mô tả trên đây. Trong trường hợp mà axit polyhydroxyalkanoic, nhựa đàn hồi acrylic, và axit polylactic được pha trộn, khả năng phân hủy sinh học, là đặc tính thiết yếu, bị suy giảm.

Để cải thiện tính giòn của axit polylactic, đã có đề xuất về việc copolyme hóa axit polylactic. Tài liệu sáng chế 3 đề xuất rằng, ví dụ, axit polylactic nhiều thành phần trong đó axit lactic và axit hydroxybutyric được copolyme hóa thu được bằng cách thiết đặt độ hấp thụ ở chiều dài bước sóng 420 nm là 0,04 hoặc nhỏ hơn khi nồng độ đường có trong dung dịch nước của dịch chiết nước nóng là 1% theo khối lượng, tại thời điểm sản xuất copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bằng cách nuôi cấy các vi sinh vật trong môi trường bao gồm dịch chiết nước nóng của sinh khối. Mong đợi rằng sự copolyme hóa như được mô tả trên đây sẽ giải quyết các vấn đề về sự khó khăn trong việc nhào trộn đồng nhất tại thời điểm pha trộn các nhựa như được mô tả trên đây và sự biến đổi các đặc tính cơ học của sản phẩm đúc do sự khó khăn này. Tuy nhiên, trong tài liệu sáng chế này, không có nghiên cứu nào được tiến hành về, ví dụ, việc pha trộn chất độn vô cơ với axit polylactic nhiều thành phần thu được theo cách như vậy.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bản dịch tiếng Nhật được công bố của công bố quốc tế của đơn PCT đối với đơn đăng ký sáng chế số 2017-503089

Tài liệu sáng chế 2: Bản dịch tiếng Nhật được công bố của công bố quốc tế của đơn PCT đối với đơn đăng ký sáng chế số 2017-531101

Tài liệu sáng chế 3: Đơn đăng ký sáng chế Nhật Bản đã công bố số 2018-74927

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Sáng chế đã được tạo ra khi xem xét các tình huống nêu trên và mục đích

của sáng chế là đề xuất chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được pha trộn bột của hợp chất vô cơ thể hiện khả năng gia công nổi trội, độ bền cơ học thỏa đáng và độ mềm dẻo nổi trội làm sản phẩm đúc, và có ưu điểm về mặt kinh tế, cũng như có khả năng phân hủy nổi trội trong môi trường tự nhiên và sản phẩm đúc được tạo ra bằng cách sử dụng chế phẩm này.

Giải pháp để giải quyết vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu và khảo sát bao quát để giải quyết các vấn đề được mô tả trên đây. Kết quả là, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, đối với chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được và bột của hợp chất vô cơ được pha trộn, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có cả độ bền cơ học và độ mềm dẻo cũng như khả năng phân hủy nổi trội đáng chú ý trong môi trường bằng cách tạo ra chế phẩm trong đó copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và canxi cacbonat nặng được chứa trong khoảng khối lượng từ 10:90 đến 70:30 sử dụng axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần được tạo thành từ axit lactic và axit polyhydroxyalkanoic khác làm nhựa có thể phân hủy sinh học được và sử dụng canxi cacbonat nặng làm bột của hợp chất vô cơ, và do vậy đã hoàn thành sáng chế.

Khả năng phân hủy nổi trội đáng chú ý trong môi trường là do từ quan điểm thực tế là khả năng phân hủy sinh học của chính polyme được sử dụng nhận được bằng cách copolyme hóa axit lactic với axit polyhydroxyalkanoic khác, ví dụ, đại diện bởi axit hydroxybutyric sẽ tốt hơn khả năng phân hủy sinh học của, ví dụ, axit polylactic. Ngoài ra, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc sử dụng các hạt canxi cacbonat nặng, đó là, các hạt canxi cacbonat nhận được bằng cách nghiền cơ học và phân loại nguyên liệu tự nhiên chủ yếu chứa CaCO_3 như đá vôi đóng vai trò làm bột của hợp chất vô cơ được pha trộn trong nhựa có thể phân hủy sinh học được, và việc pha trộn các hạt canxi cacbonat nặng này với lượng 30% theo khối lượng hoặc lớn hơn so với toàn bộ chế phẩm đóng vai trò đáng kể vào

khả năng phân hủy nổi trội. Trong sản phẩm đúc được đúc mà sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được này, nhiều khoảng trống nhỏ được tạo ra mà xung quanh nó nhựa có thể phân hủy sinh học được không bám dính vào bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng hoặc nhiều phần trong đó sự bám dính yếu một cách đáng kể, ngay sau khi đúc sản phẩm đúc tại mặt phân cách của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần đóng vai trò làm nhựa có thể phân hủy sinh học được mà cấu thành nền và các hạt canxi cacbonat nặng thậm chí không cần xử lý như kéo giãn, cụ thể là, tại thời điểm đúc bởi vì các hạt canxi cacbonat nặng có diện tích bề mặt riêng lớn do hình dạng không đều hoặc các đặc tính tương tự có nguồn gốc từ lịch sử sản xuất của nó. Hiển nhiên là, các đặc tính sẽ tốt hơn đáng kể khi áp dụng xử lý kéo giãn. Kết quả là, trong sản phẩm đúc, cho rằng diện tích bề mặt của nhựa có thể phân hủy sinh học được sẽ lớn hơn một cách đáng kể, và do vậy vùng phân hủy của sản phẩm đúc do tác động của các enzym được tăng lên đột ngột, và ngoài ra canxi cacbonat nặng có mặt, dẫn đến cải thiện hiệu quả của khả năng phân hủy sinh học.

Nói cách khác, để giải quyết các vấn đề được mô tả trên đây, sáng chế đề xuất chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bao gồm: nhựa có thể phân hủy sinh học được và bột của hợp chất vô cơ với khoảng khối lượng từ 10:90 đến 70:30, trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác và bột của hợp chất vô cơ là canxi cacbonat nặng.

Theo một khía cạnh về chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ trong đó tỷ lệ của axit lactic trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần là từ 20% theo mol đến 80% theo mol được mô tả.

Theo một khía cạnh về chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ trong đó axit hydroxyalkanoic khác là axit hydroxybutyric được mô tả.

Theo một khía cạnh về chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ trong đó đường kính hạt trung bình của canxi cacbonat nặng là nằm trong khoảng từ 0,7 μm đến 6,0 μm được mô tả.

Theo một khía cạnh về chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ trong đó tỷ lệ của axit lactic là từ 50% theo mol đến 80% theo mol và chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được sử dụng để đúc chân không được mô tả.

Theo một khía cạnh về chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ trong đó tỷ lệ của axit lactic là từ 20% theo mol đến 50% theo mol và chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được sử dụng để đúc thổi phồng (inflation molding) được mô tả.

Để giải quyết các vấn đề được mô tả trên đây, sáng chế cũng đạt được bằng sản phẩm đúc chứa chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và bột của hợp chất vô cơ với khoảng khối lượng từ 10:90 đến 70:30, trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác và bột của hợp chất vô cơ là canxi cacbonat nặng.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc theo sáng chế, tấm đúc chân không được tạo thành bằng cách đúc đùn chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bao gồm copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có tỷ lệ của axit lactic từ 50% theo mol đến 80% theo mol được mô tả.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc theo sáng chế, màng được tạo thành bằng cách đúc thổi phồng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột

của hợp chất vô cơ bao gồm copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có tỷ lệ của axit lactic từ 20% theo mol đến 50% theo mol được mô tả.

Theo một khía cạnh của sản phẩm đúc theo sáng chế, sản phẩm đúc được tạo thành bằng cách đúc chân không tấm đúc chân không được mô tả.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, đối với sản phẩm đúc được đúc từ chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được, có thể tạo ra sản phẩm đúc với ưu điểm về mặt kinh tế trong đó khả năng phân hủy sinh học trong môi trường được cải thiện một cách đáng kể, trong khi khả năng gia công nổi trội, độ bền cơ học của sản phẩm, độ chịu nhiệt, và các đặc tính tương tự được đảm bảo đầy đủ.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dựa vào các phương án.

Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được

Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế bao gồm nhựa có thể phân hủy sinh học được và bột của hợp chất vô cơ với khoảng khối lượng từ 10:90 đến 70:30, trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit polyhydroxyalkanoic và bột của hợp chất vô cơ là canxi cacbonat nặng. Dưới đây, mỗi thành phần cấu thành chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được sẽ được mô tả chi tiết.

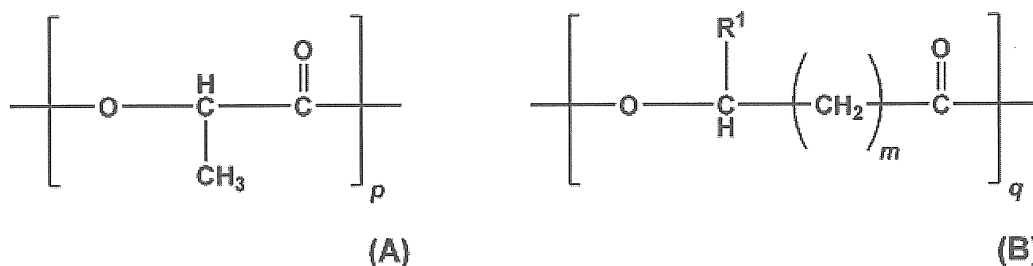
Nhựa có thể phân hủy sinh học được

Nhựa có thể phân hủy sinh học được được sử dụng trong sáng chế là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác làm các comonome.

Copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể. Cụ thể là, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần

có thể bao gồm, ví dụ, mắt xích cơ bản axit lactic (A) và mắt xích cơ bản axit hydroxyalkanoic khác (B) như được minh họa trong công thức sau.

Công thức hóa học 1



Ở đây, trong công thức này, R là nhóm alkyl đại diện bởi $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}$ và, ví dụ, n là số nguyên từ 1 đến 12 và tốt hơn nữa là số nguyên từ 1 đến 8. m là, ví dụ, số nguyên từ 1 đến 3.

Các ví dụ cụ thể về axit hydroxyalkanoic khác cấu thành mắt xích cơ bản (B) bao gồm axit 3-hydroxybutyric (3HB), axit 3-hydroxyvaleric (3HV), axit 3-hydroxyhexanoic (3HH), và 3-hydroxybutyrat-co-3-hydroxyhexanoat (PHBH), axit 3-hydroxyoctanoic, axit 3-hydroxydecanoic, axit 4-hydroxybutyric (4HB), và axit 4-hydroxyvaleric (4HV). Trong số các hợp chất này, cụ thể là, axit 3-hydroxybutyric (3HB), 3-hydroxybutyrat-co-3-hydroxyhexanoat (PHBH), và các hợp chất tương tự là được ưu tiên và axit 3-hydroxybutyric (3HB) là được ưu tiên hơn.

Do đó, một ví dụ được ưu tiên về copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế bao gồm copolyme của axit lactic-axit 3-hydroxybutyric, đó là, poly(lactat-co-3-hydroxybutyrat) (P(LA-co-3HB)).

Trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế, mắt xích cơ bản axit hydroxyalkanoic khác (B) mà được copolyme hóa với mắt xích cơ bản axit lactic (A) không bị giới hạn ở mắt xích cơ bản bắt nguồn từ một loại comonome và có thể là mắt xích cơ bản bắt nguồn từ hai loại hoặc nhiều hơn hai loại comonome. Nói cách khác, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế có thể bao gồm không chỉ các copolyme hai thành phần

mà cả các copolyme ba thành phần hoặc các copolyme bao gồm nhiều thành phần hơn.

Đối với comonome cấu thành copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế, cả axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác đều có cacbon không đối xứng trong mạch chính. Do đó, đối với copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần, các copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần tồn tại mà có dạng tinh thể dạng D hoặc dạng L, dạng vô định hình DL, và độ tinh khiết quang học vừa phải.

Trong sáng chế, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bất kỳ được mô tả trên đây có thể được sử dụng làm copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần dùng làm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được. Từ quan điểm về các đặc tính mong muốn như độ chịu nhiệt, độ bền va đập, độ mềm dẻo, hoặc độ đàn hồi trong sản phẩm đúc, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có các đặc tính thích hợp có thể được sử dụng một cách thích hợp. Copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có thể có các mắt xích cơ bản bất kỳ như copolyme khối, copolyme ngẫu nhiên, và copolyme ghép. Copolyme khối cũng có thể bao gồm dạng chứa đoạn polyme khối dạng D hoặc dạng L trong mắt xích cơ bản axit lactic (A) và mắt xích cơ bản axit hydroxyalkanoic khác (B) như được mô tả trên đây.

Mặc dù không bị giới hạn cụ thể, nhưng trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế, tỷ lệ của axit lactic, tức là, giá trị được biểu diễn bởi $\{p/(p + q)\} \times 100$ trong các mắt xích cơ bản (A) và (B) trên đây mong muốn tốt hơn là từ 20% theo mol đến 80% theo mol. Điều này là bởi vì copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có tỷ lệ của axit lactic từ 20% theo mol đến 80% theo mol cho phép đạt được độ mềm dẻo tốt hơn ngay cả khi, ví dụ, một lượng lớn canxi cacbonat nặng như được mô tả dưới đây được pha trộn với copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần.

Giá trị tối ưu của tỷ lệ này của axit lactic cũng thay đổi tùy thuộc vào ứng

dụng của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế. Ví dụ, trong trường hợp mà chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được sử dụng để đúc chân không, tỷ lệ của axit lactic tốt hơn nữa là từ 50% theo mol đến 80% theo mol. Nói cách khác, sản phẩm đúc như vật chứa nhận được bằng cách đúc chân không mong muốn có khoảng này để đạt được độ bền cơ học thỏa đáng. Ví dụ, trong trường hợp mà chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được sử dụng để đúc thổi phòng, tỷ lệ của axit lactic mong muốn tốt hơn nữa là từ 20% theo mol đến 50% theo mol. Nói cách khác, màng nhận được bằng cách đúc thổi phòng mong muốn có khoảng này để đạt được độ giãn và độ mềm dẻo thỏa đáng.

Khối lượng phân tử trung bình khối (M_w) của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể. Khối lượng phân tử của nó không bị giới hạn cụ thể miễn là, trong trường hợp mà sản phẩm đúc đối với ứng dụng đích, ví dụ, trong trường hợp sản xuất sản phẩm đúc chân không hoặc sản phẩm đúc thổi phòng, sản phẩm đúc về cơ bản thể hiện độ bền cơ học thỏa đáng. Nhìn chung, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có khối lượng phân tử thấp gây ra độ bền cơ học của sản phẩm đúc thu được bị giảm và tốc độ phân hủy sinh học nhanh, trong khi đó copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có khối lượng phân tử cao cho phép cải thiện độ bền cơ học nhưng gây ra sự giảm về khả năng gia công và sự khó khăn đối với việc đúc. Do đó, khối lượng phân tử trung bình khối (M_w) tốt hơn là nằm trong khoảng từ 50.000 đến 300.000 và tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 100.000 đến 200.000.

Mặc dù không bị giới hạn cụ thể, nhưng điểm nóng chảy của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế nhìn chung là từ khoảng 120°C đến khoảng 180°C và mong muốn tốt hơn nữa là từ khoảng 140°C đến khoảng 170°C. Copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có điểm nóng chảy nằm trong khoảng này cho phép các loại đúc khác nhau và khả năng

gia công đúc vượt trội.

Phương pháp tổng hợp để thu được copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể miễn là có thể thu được chế phẩm được xác định trước và các phương pháp đã biết bất kỳ có thể được sử dụng.

Phương pháp sinh tổng hợp được biết là phương pháp sản xuất điển hình. Về cơ bản là, ví dụ, đối với vi sinh vật có enzym có hoạt tính polyme hóa đối với polyhydroxyalkan như axit poly-3-butyric, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần chứa axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác, mà có thể được sử dụng trong sáng chế, có thể thu được bằng cách nuôi cấy đột biến có enzym biểu hiện hoạt tính polyme hóa axit lactic trong sự tồn tại đồng thời với axit hydroxyalkanoic trong sinh khối.

Đối với đột biến như vậy, vi khuẩn biến đổi gen trong đó gen ngoại lai được xác định trước được biểu hiện trong vi sinh vật bằng công nghệ tái tổ hợp gen có thể được sử dụng.

Được mô tả cụ thể hơn, ví dụ, như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 3 được mô tả trên đây, *Escherichia coli*, các vi khuẩn axit lactic khác nhau bao gồm *Lactobacillus*, *Bacillus subtilis*, và các vi khuẩn thực khác thích hợp cho việc sản xuất axit polylactic có thể được sử dụng làm vi khuẩn biến đổi gen. Cụ thể là, tốt hơn là có thể sử dụng *Escherichia coli* được biến đổi gen.

Đối với *Escherichia coli* được biến đổi gen này, *Escherichia coli* được biến nạp bằng các plasmit (các phagemit) chứa gen enzyme biến nạp propionyl CoA có nguồn gốc từ *Megasphaera elsdenii*, gen axit polyhydroxy synthaza có đột biến STQK, gen β -ketothiolaza có nguồn gốc từ *Ralstonia eutropha*, và gen axetoaxetyl-CoA reductaza có nguồn gốc từ *Ralstonia eutropha* là được ưu tiên. Đối với gen axit polyhydroxyic synthaza có đột biến STQK, gen mà trong đó sản lượng và các đặc tính tương tự được cải thiện hơn nữa bằng phương pháp "công nghệ biến hóa enzym" mà gây đột biến nhân tạo ngẫu nhiên và chọn lựa enzym

với các đặc tính nổi trội có thể được sử dụng. Phù hợp với các loài vi khuẩn được biến nạp, vi khuẩn có thể được biến nạp bằng cách sử dụng gen nhận được bằng cách tối ưu hóa codon hoặc phương pháp tương tự.

Copolymer của axit polyhydroxyalkanoic nhiều thành phần có chế phẩm được xác định trước có thể được sản xuất bằng cách nuôi cấy vi sinh vật này trong sinh khối, ví dụ, trong môi trường bao gồm dịch chiết nước nóng của sinh khối được mô tả dưới đây.

Sinh khối dùng làm nguyên liệu có thể có nguồn gốc từ các cây lấy gỗ hoặc các cây thảo mộc miễn là sinh khối bao gồm các pentoza và các hexoza làm các đường cấu thành và có thể được sử dụng mà không có giới hạn cụ thể nào.

Như được mô tả cụ thể hơn, các ví dụ về sinh khối có nguồn gốc từ các cây lấy gỗ bao gồm các phần gỗ, vỏ cây, nhánh cây, và lá của các cây lá rộng hoặc các cây lá kim; các vụn gỗ hoặc vỏ của các gỗ dư trong rừng, các gỗ từ quá trình tía thưa cây, và các gỗ phế thải; mùn cưa sinh ra từ máy cưa hoặc các loại máy tương tự, nhánh cây và lá được tía của các cây bên lề đường, và các vật liệu thải của ngành xây dựng. Ngoài ra, đối với các nguyên liệu sinh khối có nguồn gốc từ các cây thảo mộc, sinh khối như cây dâm bụt Đông Ấn Độ, cây gai dầu, bã mía/bã củ cải đường, cây lúa, rạ của cây lúa, rạ, và lõi ngô (bao gồm phế thải nông nghiệp), các phần dư và các phế thải của các cây trồng công nghiệp như các cây trồng lấy dầu và các cây trồng lấy cao su, *Erianthus*, *Miscanthus*, và cỏ voi (Napiergrass) của các cây trồng năng lượng trên cơ sở cây thảo mộc cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, bó quả rỗng (EFB (Empty Fruit Bunch) hoặc tương tự có thể được dùng làm các phần dư và các phế thải của các cây trồng công nghiệp. Trong số các sinh khối này, sinh khối có nguồn gốc từ các cây lấy gỗ tốt hơn là được sử dụng và sinh khối trên cơ sở licnoxenluloza như các phần gỗ của các cây lá rộng và các cây lá kim đặc biệt tốt hơn là được sử dụng.

Các sinh khối này có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc tổ hợp của hai hoặc nhiều trong số chúng. Sinh khối này có thể được dùng dưới dạng chất rắn khô,

chất rắn bao gồm nước, hoặc huyền phù đặc. Sinh khối của chất rắn khô hoặc chất rắn bao gồm nước tốt hơn là được cung cấp tới thiết bị gia nhiệt và tạo áp suất sau khi sinh khối được trộn với nước để ở trạng thái huyền phù đặc.

Sản phẩm được micro hóa được điều chế bằng cách micro hóa một phần các phần gỗ và vỏ của các cây lấy gỗ hoặc các thân, nhánh cây, và lá của các cây thảo mộc cũng có thể được sử dụng. Về phương pháp micro hóa, phương pháp như tán, nghiền, hoặc phun thổi (blasting) bằng máy nghiền bột giấy, máy nghiền bi Wiley, máy nghiền bi, hoặc các loại tương tự có thể được sử dụng.

Để xúc tiến phản ứng bởi các vi sinh vật, dịch chiết nước nóng của sinh khối như được mô tả trên đây có thể được sử dụng.

Lượng nước (tỷ lệ chất lỏng) so với khối lượng khô của sinh khối tại thời điểm xử lý chiết nước nóng bằng thiết bị gia nhiệt và tạo áp suất không bị giới hạn cụ thể và có thể là, ví dụ, từ khoảng 1,0 đến khoảng 10,0 và tốt hơn là từ khoảng 1,5 đến khoảng 5,0. Phương pháp bổ sung nước khi xử lý nước nóng không bị giới hạn cụ thể. Nước có thể được bổ sung từ bên ngoài hoặc nước ban đầu chứa trong sinh khối có thể được sử dụng. Trong trường hợp mà hơi được sử dụng trong khi gia nhiệt, nước có trong hơi có thể được sử dụng.

Nhiệt độ xử lý của việc xử lý chiết nước nóng là, ví dụ, từ 140°C đến 200°C và tốt hơn là từ 160°C đến 170°C ở trạng thái tạo áp suất. Nhiệt độ xử lý nhỏ hơn 140°C gây ra việc nhận được nồng độ đường không đủ, trong khi đó nhiệt độ xử lý lớn hơn 200°C gây ra thủy phân xenluloza hoặc xảy ra sự phân hủy quá mức hemixenluloza, mà điều này không được ưu tiên. Thời gian xử lý của việc xử lý chiết nước nóng thích hợp là từ 30 phút đến 120 phút ở trạng thái tạo áp suất ở nhiệt độ nêu trên. Ở đây, thời gian xử lý nhỏ hơn 30 phút không nhận được nồng độ đường đủ. Ngay cả khi thời gian xử lý vượt quá 120 phút, nồng độ của đường được tạo ra khó thay đổi.

Dung dịch gốc của dịch chiết nước nóng nhận được bằng cách xử lý nhiệt trên đây được cô đặc dưới áp suất giảm hoặc sử dụng màng thấm được hoặc

phương tiện tương tự, nếu cần. Việc cô đặc này tốt hơn là được cô đặc đến nồng độ thích hợp cho việc thủy phân axit, ví dụ, đến nồng độ từ 1,5 lần đến 30,0 lần so với nồng độ của dung dịch gốc.

Tiếp đó, dung dịch được cô đặc trên đây được thủy phân với sự có mặt của axit để thu được chất lỏng monosacarit thô. Trong việc xử lý thủy phân axit này, các axit thông thường như axit sulfuric và axit clohydric được sử dụng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể được sử dụng. Đối với axit để xử lý thủy phân axit, các axit vô cơ như axit nitric và axit phosphoric hoặc các axit hữu cơ như axit trifloaxetic hoặc axit formic có thể được sử dụng. Về thời gian, nhiệt độ, áp suất, và các điều kiện tương tự đối với phản ứng của việc xử lý thủy phân axit này, các điều kiện thông thường đã biết với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này trong đó xenluloza và hemixenluloza được thủy phân có thể được sử dụng. Ví dụ, việc xử lý thủy phân axit của phương án này có thể là việc xử lý thủy phân axit trong đó axit sulfuric loãng được bổ sung vào dung dịch được cô đặc, độ pH được điều chỉnh đến khoảng 1,0, phản ứng được tiến hành ở khoảng 120°C trong 60 phút hoặc nhiều hơn, và kết tủa được lấy ra sau khi trung hòa.

Chất lỏng monosacarit thô có thể là, ví dụ, chất lỏng được sacarit hóa được sacarit hóa bằng enzym như xenlulaza hoặc hemixenlulaza hoặc chất lỏng được hydrosacarit hóa được sacarit hóa bằng phương pháp sacarit hóa thủy nhiệt với nước dưới tới hạn.

Tiếp đó, chất lỏng monosacarit thô được thủy phân axit trên đây được đưa qua cột hoặc dụng cụ tương tự để tinh chế. Do đó, dung dịch được tinh chế (dưới đây được đề cập là "chất lỏng thấm qua") ở trạng thái trong đó độ hấp thụ ở chiều dài bước sóng 420 nm là 0,04 hoặc nhỏ hơn khi nồng độ đường của đường có trong chất lỏng nước của dịch chiết nước nóng là 1% theo khối lượng hoặc dung dịch đường được tinh chế thu được.

Sử dụng sinh khối này, cụ thể là, dịch chiết nước nóng thu được như được

mô tả trên đây là nguồn cacbon duy nhất, các vi sinh vật có enzym biểu hiện hoạt tính polyme hóa axit lactic trong sự tồn tại đồng thời với axit hydroxyalkanoic được nuôi cấy dưới các điều kiện nuôi cấy thông thường, nhờ đó copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế có thể được tích lũy trong vi sinh vật và được thu hồi.

Cụ thể là, *Escherichia coli* được biến đổi gen như được mô tả trên đây ưa khí được nuôi cấy ở 37°C trong 12 giờ đến 90 giờ sử dụng, ví dụ, các môi trường thông thường trên đây để nuôi cấy *Escherichia coli*, nhờ đó copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có thể được tích lũy trên các tế bào vi khuẩn và được thu hồi. Tại thời điểm nuôi cấy này, môi trường thông thường như môi trường LB có thể được sử dụng. Tại thời điểm nuôi cấy, ví dụ, muối amoni, pepton, dịch chiết thịt, dịch chiết men, hoặc các tác nhân tương tự có thể được bổ sung làm nguồn nitơ. Tại thời điểm nuôi cấy, ví dụ, phosphat, sulfat, natri clorua, hoặc các chất tương tự có thể được bổ sung làm chất vô cơ. Tại thời điểm nuôi cấy, các chất kháng sinh như kanamycin, ampicillin, và tetracyclin có thể được bổ sung vào môi trường để có thể tiến hành lưu giữ plasmid và nuôi cấy.

Vi sinh vật được dùng cho việc sản xuất copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế, ví dụ, *Escherichia coli* được biến đổi gen như được mô tả trên đây tích lũy copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần trong các vi khuẩn được nuôi cấy, và do vậy copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có thể được thu gom dễ dàng từ các tế bào vi khuẩn được thu hồi và được sản xuất. Copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có thể nhận được bằng cách ly tâm và tán các tế bào vi khuẩn của các vi khuẩn được nuôi cấy này và rửa giải copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bằng dung môi thông dụng như cloroform và metanol. Tại thời điểm rửa giải này, phần dư hoặc phần tương tự có thể được lọc bằng dụng cụ lọc như màng PTFE.

Copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế có thể

được điều chế không chỉ bằng các phương pháp sinh tổng hợp như được mô tả chi tiết trên đây mà còn bằng các phương pháp tổng hợp hóa học. Cụ thể hơn, tại thời điểm tổng hợp poly(axit D-lactic), poly(axit L-lactic), và poly(axit DL-lactic) bằng, ví dụ, phương pháp trùng hợp nóng chảy trực tiếp, phương pháp trùng hợp trong pha rắn, phương pháp trùng ngưng trực tiếp axit lactic, và phương pháp trùng hợp mở vòng nóng chảy lactit, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần theo sáng chế có thể được sản xuất bằng cách sử dụng không chỉ axit lactic mà còn cả các monome khác mà có thể copolyme hóa với thành phần axit lactic như axit 3-hydroxybutyric (3HB), axit 3-hydroxyvaleric (3HV), axit 3-hydroxyhexanoic (3HH), 3-hydroxybutyrat-co-3-hydroxyhexanoat (PHBH), axit 3-hydroxyoctanoic, axit 3-hydroxydecanoic, axit 4-hydroxybutyric (4HB), và axit 4-hydroxyvaleric (4HV) và tiến hành trùng ngưng axit lactic và monome khác đó.

Các hạt canxi cacbonat nặng

Trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được tạo thành sản phẩm đúc chứa nhựa có thể phân hủy sinh học được theo sáng chế, các hạt canxi cacbonat nặng đóng vai trò làm bột của hợp chất vô cơ được pha trộn cùng với copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần chứa axit lactic và axit hydroxyalkanoic như được mô tả trên đây. Canxi cacbonat nặng là sản phẩm nhận 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 sản xuất bằng phản ứng kết tủa hóa học hoặc phương pháp tương tự.

Trong bản mô tả này, canxi cacbonat nặng đề cập đến sản phẩm được sản xuất bằng cách nghiền và phân loại canxi cacbonat tự nhiên như canxit (ví dụ, đá vôi, phấn, và đá hoa), vỏ sò, và san hô. Đá vôi đóng vai trò làm nguyên liệu của canxi cacbonat nặng được sản xuất với lượng lớn ở Nhật Bản với độ tinh khiết cao và có thể thu được một cách có hiệu quả đáng kể về mặt kinh tế.

Phương pháp ướt hoặc phương pháp khô có thể được chọn làm phương pháp nghiền canxi cacbonat nặng. Việc nghiền khô mà không có các bước như

bước khử nước và bước làm khô là thuận lợi từ quan điểm về mặt kinh tế. Máy nghiền cũng không bị giới hạn cụ thể. Máy nghiền kiểu va đập, máy nghiền sử dụng môi trường nghiền như máy nghiền bi, máy nghiền kiểu trục lăn, và các máy nghiền tương tự có thể được sử dụng.

Việc phân loại có thể là sự phân loại được tiến hành bằng việc phân loại bằng không khí, xyclon ướt, và thiết bị lắng. 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 thu được sự phân bố kích thước hạt hẹp hơn với hiệu quả cao. Một phần của tác nhân 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 có thể được bổ sung ở bước sau để tiến hành xử lý bề mặt.

Để tăng cường khả năng phân tán hoặc khả năng phản ứng của các hạt canxi cacbonat nặng, bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng có thể trải qua biến đổi bề mặt trước. Các ví dụ về phương pháp biến đổi bề mặt bao gồm các phương pháp vật lý như phương pháp xử lý bằng plasma và phương pháp trong đó bề mặt trải qua việc xử lý bề mặt bằng phương pháp hóa học bằng tác nhân kết hợp hoặc chất hoạt động bề mặt. Các ví dụ về tác nhân kết hợp bao gồm các tác nhân kết hợp silan và các tác nhân kết hợp titan. Chất hoạt động bề mặt có thể là bất kỳ trong số các chất hoạt động bề mặt anion, cation, không ion, và lưỡng tính và các ví dụ của chúng bao gồm các axit béo cao hơn, các este của axit béo cao hơn, các amit của axit béo cao hơn, và các muối của axit béo cao hơn.

Trong sáng chế, lý do các hạt canxi cacbonat nặng được dùng làm bột của hợp chất vô cơ được pha trộn trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit hydroxyalkanoic là bởi vì việc sử dụng các hạt canxi cacbonat nặng cho phép tạo thành nhiều khoảng trống nhỏ mà không có sự bám dính giữa copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần đóng vai trò làm nhựa có thể phân hủy sinh học được với nền và bề mặt hạt canxi cacbonat

nặng và khả năng phân hủy sinh học của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần được xúc tiến bằng việc rửa giải các thành phần kiềm từ canxi cacbonat nặng khi nước được thấm vào các khoảng trống tại các bề mặt phân cách này.

Mặc dù không bị giới hạn cụ thể, nhưng đường kính hạt trung bình của các hạt canxi cacbonat nặng tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,7 μm đến 6,0 μm , tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1,0 μm đến 5,0 μm , và còn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1,5 μm đến 3,0 μm . Đường kính hạt trung bình của bột của hợp chất vô cơ (các hạt canxi cacbonat nặng) được mô tả trong bản mô tả này có nghĩa là giá trị được tính toán từ kết quả đo diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thấm không khí theo JIS M-8511. Đối với dụng cụ đo, ví dụ, tốt hơn là có thể sử dụng thiết bị đo diện tích bề mặt riêng Type SS-100 do Shimadzu Corporation sản xuất. Mặc dù tùy thuộc vào độ dày lớp của sản phẩm đúc, chế phẩm nhựa bao gồm các hạt canxi cacbonat nặng có đường kính hạt trung bình lớn hơn 6,0 μm có thể gây ra, ví dụ, các hạt canxi cacbonat nặng bị nhô ra khỏi bề mặt của sản phẩm đúc và do vậy các hạt canxi cacbonat nặng rơi khỏi khi sản phẩm đúc dạng tấm được tạo thành khi sử dụng chế phẩm này, hoặc các đặc tính bề mặt, độ bền cơ học, hoặc các đặc tính tương tự bị suy giảm. Cụ thể là, trong sự phân bố đường kính hạt, tốt hơn là loại trừ các hạt có đường kính hạt 45 μm hoặc lớn hơn. Ngược lại, các hạt quá nhỏ gây ra tăng đáng kể độ nhót tại thời điểm nhào trộn với nhựa có thể phân hủy sinh học được mô tả trên đây và do vậy việc sản xuất các sản phẩm đúc có thể khó khăn. Do đó, đường kính hạt trung bình tốt hơn là được thiết đặt ở 0,7 μm hoặc lớn hơn.

Không giống như canxi cacbonat nhẹ được sản xuất bằng phương pháp tổng hợp, ví dụ, tính không đều của bề mặt và diện tích bề mặt riêng lớn do sự tạo thành 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 trên đây, có trạng thái trong đó nhiều khoảng trống nhỏ mà xung quanh nó copolyme của axit hydroxyalkanoic

nhiều thành phần không bám dính vào bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng được tạo ra hoặc trạng thái mà nhiều phần trong đó sự bám dính yếu một cách đáng kể ngay sau khi đúc sản phẩm đúc tại thời điểm đúc tại mặt phân cách của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần mà cấu thành nền và các hạt canxi cacbonat nặng thậm chí không cần xử lý như kéo giãn cụ thể là bởi vì các hạt canxi cacbonat nặng được pha trộn trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được có hình dạng không đều và diện tích bề mặt riêng lớn như vậy.

Vì lý do này, diện tích bề mặt riêng của các hạt canxi cacbonat nặng mong muốn là nằm trong khoảng từ 0,1 m²/g đến 10,0 m²/g, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,2 m²/g đến 5,0 m²/g, và còn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 1,0 m²/g đến 3,0 m²/g. Phương pháp hấp thụ BET được mô tả ở đây là theo phương pháp hấp thụ khí nitơ. Các hạt canxi cacbonat nặng có diện tích bề mặt riêng nằm trong khoảng này cho phép khả năng phân hủy sinh học trong môi trường tự nhiên được xúc tiến một cách nổi trội trong sản phẩm đúc thu được bởi vì copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có nhiều bề mặt đóng vai trò làm các điểm khởi đầu của phản ứng phân hủy sinh học với các lý do được mô tả trên đây và do vậy, cùng lúc đó, sự giảm về khả năng gia công của chế phẩm nhựa do việc pha trộn các hạt canxi cacbonat nặng được giảm bớt.

Tính không đều của các hạt canxi cacbonat nặng có thể được đại diện bởi mức độ thấp của sự cầu hóa (spheroidization) của hình dạng hạt. Cụ thể là, độ tròn mong muốn là nằm trong khoảng từ 0,50 đến 0,95, tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,55 đến 0,93, và còn tốt hơn nữa là nằm trong khoảng từ 0,60 đến 0,90. Khi các hạt canxi cacbonat nặng được sử dụng trong sáng chế có độ tròn nằm trong các khoảng trên, trạng thái trong đó nhiều khoảng trống nhỏ mà không có sự bám dính được tạo ra hoặc trạng thái trong đó nhiều phần trong đó sự bám dính là rất yếu tồn tại dường như được tạo ra tại bề mặt phân cách giữa copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần mà tạo thành nền 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, cùng lúc đó, tạo ra độ bền cơ học và khả năng gia công đúc thành sản phẩm nổi trội.

Ở đây, độ tròn có thể được đại diện bởi (diện tích phần lồi ra của hạt)/(diện tích của hình tròn có cùng chu vi với chu vi phần lồi ra của hạt). Phương pháp đo độ tròn không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, diện tích phần lồi ra của hạt và chu vi phần lồi ra của hạt được đo từ ảnh hiển vi và lần lượt được ký hiệu là (A) và (PM). Khi bán kính của hình tròn có cùng chu vi với chu vi phần lồi ra của hạt được ký hiệu là (r),

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

Khi diện tích của hình tròn có cùng chu vi với chu vi phần lồi ra của hạt được ký hiệu là (B),

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

$$\text{Biến đổi công thức (1) dẫn đến } r = PM/2\pi \quad (3).$$

Do đó, thay công thức (3) vào công thức (2) dẫn đến

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

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

Các hạt sẽ được đo được lấy mẫu sao cho đại diện cho sự phân bố kích thước hạt của bột. Khi số lượng các hạt được đo lớn hơn, giá trị đo được sẽ tin cậy hơn. Xem xét đến số lần đo, độ tròn được xác định bằng giá trị trung bình của độ tròn của khoảng 100 hạt. Trong bản mô tả này, giá trị trung bình của độ tròn của 100 hạt cũng được sử dụng. Việc đo được tiến hành bằng phần mềm phân tích hình ảnh thông thường sẵn có trên thị trường sử dụng hình ảnh phần lồi ra của mỗi hạt nhận được bằng kính hiển vi quét, kính hiển vi nhìn nổi, hoặc các thiết bị tương tự, nhờ đó có thể xác định được độ tròn.

Các hạt canxi cacbonat nặng có trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế tốt hơn là các hạt mà bề mặt

của nó được oxy hóa một phần và trong đó chế phẩm của canxi oxit được chứa một phần trong trạng thái của sản phẩm đúc. Mức độ oxy hóa không bị giới hạn cụ thể. Hiệu quả xúc tiến khả năng phân hủy sinh học thu được thậm chí tại phần tương đối nhỏ của bề mặt hạt, ví dụ, tỷ lệ đủ nhỏ hơn 2% của thể tích các hạt, và do vậy không cần sự oxy hóa quá mức. Đối với việc oxy hóa một phần bề mặt của các hạt canxi cacbonat nặng có trong sản phẩm đúc này, các hạt canxi cacbonat nặng được dùng cho đúc không yêu cầu cụ thể phải trải qua xử lý nhiệt riêng rẽ trước. Tại thời điểm trộn và làm nóng chảy copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần 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 do cho các hạt canxi cacbonat nặng qua quy trình nhiệt. Sự sinh 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 pha trộn (% theo khối lượng) của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi cacbonat nặng được mô tả trên đây có trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể miễn là tỷ lệ pha trộn nằm trong khoảng từ 10:90 đến 70:30. Tỷ lệ này tốt hơn là từ 30:70 đến 60:40 và còn tốt hơn nữa là từ 40:60 đến 50:50. Điều này là bởi vì, đối với tỷ lệ pha trộn của copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi cacbonat nặng, chế phẩm nhựa có tỷ lệ canxi cacbonat nặng nhỏ hơn 30% theo khối lượng dẫn đến không nhận được các đặc tính vật lý được xác định trước của sản phẩm đúc, như kết cấu nhất định và độ bền va đập, nhận được bằng cách sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được do việc pha trộn các hạt canxi cacbonat nặng và có hiệu quả kinh tế kém, trong khi đó chế phẩm nhựa có tỷ lệ canxi cacbonat nặng lớn hơn 90% theo khối lượng gây ra sự khó khăn đối với việc gia công đúc như đúc đùn và đúc phun.

Các chất phụ gia khác

Trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế, các nhựa nhiệt dẻo khác có thể được pha trộn, nếu cần. Lượng pha trộn của các nhựa nhiệt dẻo khác như vậy tốt hơn là 20% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 10% theo khối lượng hoặc nhỏ hơn so với toàn bộ các thành phần nhựa sao cho về cơ bản không ảnh hưởng đến khả năng phân hủy sinh học của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế. Khía cạnh được ưu tiên cụ thể là khía cạnh trong đó không có nhựa nhiệt dẻo khác được pha trộn. Các ví dụ về nhựa nhiệt dẻo này bao gồm các nhựa trên cơ sở polyolefin như các nhựa trên cơ sở polyetylen, các nhựa trên cơ sở polypropylen, poly(metyl-1-penten), và các copolyme olefin vòng-etylen; các nhựa polyolefin chứa nhóm chức như các copolyme etylen-vinyl axetat, các copolyme của etylen-axit acrylic, các copolyme của etylen-axit methacrylic, các muối kim loại của các copolyme của etylen-axit methacrylic (các ionome), các copolyme alkyl este của etylen-axit acrylic, các copolyme alkyl este của etylen-axit methacrylic, polyetylen được biến tính axit maleic, và polypropylen được biến tính axit maleic; các nhựa trên cơ sở polyamit như nylon-6, nylon-6,6, nylon-6,10, và nylon-6,12; các nhựa polyeste nhiệt dẻo như các nhựa trên cơ sở polyeste thơm bao gồm polyetylen terephthalat và các copolyme của chúng, polyetylen naphthalat, và polybutylen terephthalat, và các nhựa trên cơ sở polyeste béo bao gồm các axit polylactic như poly(axit L-lactic), poly(axit D-lactic), và poly(axit DL-lactic), poly(axit 3-hydroxybutyric), poly(axit 3-hydroxyvaleric), poly(axit 3-hydroxyhexanoic), poly(3-hydroxybutyrat-co-3-hydroxyhexanoat), poly(axit 3-hydroxyoctanoic), poly(axit 3-hydroxydecanoic), poly(axit 4-hydroxybutyric), poly(axit 4-hydroxyvaleric), và polybutylen succinat; các nhựa polycarbonat như các polycarbonat thơm và các polycarbonat béo; các nhựa trên cơ sở polystyren như polystyren atactic, polystyren syndiotactic, các copolyme acrylonitril-styren (AS), và các copolyme acrylonitril-butadien-styren (ABS); các nhựa trên cơ sở polyvinyl clorua như polyvinyl clorua và polyvinyliden clorua; polyphenylen

sulfit; và các nhựa trên cơ sở polyete như polyetesulphon, polyeteketon, và polyeteeteketone.

Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế có thể được pha trộn với các chất phụ gia khác làm các tác nhân hỗ trợ, nếu cần. Đối với các chất phụ gia khác, ví dụ, chất hóa dẻo, chất độn khác với các hạt canxi bicacbonat, chất màu, chất làm trơn, tác nhân kết hợp, chất cải thiện độ lỏng, chất phân tán, chất chống oxy hóa, chất hấp thụ tia cực tím, chất chống cháy, chất làm ổn định, tác nhân chống tĩnh điện, và tác nhân tạo bọt có thể được pha trộn. Các chất phụ gia này có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc tổ hợp hai hoặc nhiều chất phụ gia. Các chất phụ gia này có thể được pha trộn trong bước nhào trộn được mô tả dưới đây hoặc có thể được pha trộn trước trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế, lượng các chất phụ gia khác được pha trộn không bị giới hạn cụ thể miễn là các chất phụ gia khác không làm ngăn cản hiệu quả mong muốn do việc pha trộn copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi bicacbonat được mô tả trên đây. Ví dụ, mỗi chất phụ gia khác mong muốn là được chứa trong khoảng từ khoảng 0 đến khoảng 5% theo khối lượng và tổng các chất phụ gia khác được pha trộn trong khoảng 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 chứa bột của hợp chất vô cơ là 100%.

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

Các ví dụ về chất hóa dẻo bao gồm axit lactic, oligome của axit lactic có khối lượng phân tử trung bình khối là 3.000 hoặc nhỏ hơn, và axit polylactic có mạch nhánh (tham khảo, ví dụ, tài liệu WO 2010/082639).

Các ví dụ về các chất độn khác với các hạt canxi cacbonat nặng bao gồm các cacbonat (ngoại trừ canxi cacbonat nặng), các sulfat, các silicat, các phosphat,

các borat, các oxit của canxi, magie, nhôm, titan, sắt, và kẽm, hoặc các hydrat của chúng dưới dạng bột. Các ví dụ cụ thể bao gồm canxi cacbonat nhẹ, magie cacbonat, kẽm oxit, titan oxit, silic oxit, nhôm oxit, đất sét, bột talc, kaolin, nhôm hydroxit, magie hydroxit, nhôm silicat, magie silicat, canxi silicat, nhôm sulfat, magie sulfat, canxi sulfat, magie phosphat, bari sulfat, cát silic oxit, cacbon đen, zeolit, molyden, 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 có nguồn gốc từ các khoáng chất tự nhiên.

Về các chất màu, chất màu bất kỳ trong số các chất màu hữu cơ, các chất màu vô cơ, và các thuốc nhuộm có thể được sử dụng. Các ví dụ cụ thể bao gồm các chất màu hữu cơ như các chất màu azo, anthraquinon, phtaloxyanin, quinacridon, isoindolinon, dioxazin, perinon, quinophtalon, và perylen, và các chất màu vô cơ như màu xanh nước biển đậm (xanh biếc), titan oxit, titan vàng, và sắt oxit (sắt oxit đỏ), crom oxit, kẽm trắng, và cacbon đen.

Các ví dụ về các chất làm trơn bao gồm các chất làm trơn trên cơ sở axit béo như axit stearic, axit hydroxystearic, axit stearic loại phức, và axit oleic, các chất làm trơn trên cơ sở rượu béo, các chất làm trơn trên cơ sở amit béo như stearamit, oxystearamit, oleylamit, erucylamit, ricinolamit, behenamit, metylolamit, metylenbisstearamit, metylenbisstearobehenamit, các axit bisamit của các axit béo cao hơn, và amit loại phức, các chất làm trơn trên cơ sở este béo như n-butyl stearat, metyl hydroxystearat, các este của axit béo với rượu đa hóa trị, các este của axit béo no, và các sáp trên cơ sở este, và các chất làm trơn trên cơ sở xà phòng kim loại của axit béo.

Về 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 làm ổn định chống oxy hóa trên cơ sở phospho như các este của axit phosphorơ và các este của axit phosphoric tốt hơn là được sử dụng. Các

ví dụ về các este của axit phosphorơ bao gồm các trieste, các dieste, và các monoeste của axit phosphorơ như triphenyl phosphit, tris(nonylphenyl) 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 riêng rẽ hoặc tổ hợp 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 α -tocopherol, butylhydroxytoluen, rượu sinapyl, vitamin E, n-octadecyl-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, 3,5-di-t-butyl-4-hydroxybenzylphosphonat dietyl este, 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 riêng rẽ hoặc tổ hợp hai hoặc nhiều chất chống oxy hóa trên cơ sở phenol.

Các chất chống cháy không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, các chất chống cháy trên cơ sở halogen, các chất chống cháy trên cơ sở phospho, hoặc các chất chống cháy trên cơ sở halogen không phospho như các hydrat kim loại có thể được sử dụng. Các ví dụ về các chất chống cháy trên cơ sở halogen bao gồm các bisphenylalkan halogen hóa, các hợp chất trên cơ sở bisphenol halogen hóa như các bisphenylete halogen hóa, các bisphenylthioete halogen hóa, và các bisphenylsulfon halogen hóa, và các hợp chất trên cơ sở bisphenol-bis(alkyl ete) như bisphenol A brom hóa, bisphenol S brom hóa, bisphenol A clo hóa, và bisphenol S clo hóa. Các ví dụ về các chất chống cháy trên cơ sở phospho bao gồm tris(axit dietylphosphinic) nhôm, bisphenol A bis(diphenyl phosphat), các hợp chất triaryl isopropyl phosphat, cresyl di-2,6-xylenyl phosphat, và các este của axit phosphoric thơm ngưng tụ. Các ví dụ về hydrat kim loại bao gồm nhôm

trihydrat, magie dihydroxit, hoặc tổ hợp của chúng. Các chất chống cháy này có thể được sử dụng riêng rẽ hoặc tổ hợp hai hoặc nhiều trong số chúng. Ví dụ, các antimon oxit như antimon trioxit và antimon pentoxit, kẽm oxit, sắt oxit, nhôm oxit, molyden oxit, titan oxit, canxi oxit, magie oxit cũng có thể được sử dụng cùng nhau làm các chất hỗ trợ chống cháy.

Các tác nhân tạo bọt là các hợp chất mà gây ra thay đổi pha từ rắn sang khí hoặc lỏng sang khí bằng cách trộn với hoặc phun có áp suất vào chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được đóng vai trò làm nguyên liệu ở trạng thái nóng chảy trong thiết bị làm nóng chảy và nhào trộn hoặc bản thân khí, và được dùng chủ yếu để kiểm soát tỷ lệ giãn nở (mật độ bọt) của tấm bọt. Đối với tác nhân tạo bọt được hòa tan trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được mà đóng vai trò làm nguyên liệu, tác nhân tạo bọt mà là dạng lỏng ở nhiệt độ phòng gây ra thay đổi pha thành khí do nhiệt độ nhựa và được hòa tan trong nhựa nóng chảy, và tác nhân tạo bọt mà là dạng khí ở nhiệt độ phòng được hòa tan trong nhựa nóng chảy vì nó không gây ra thay đổi pha. Tác nhân tạo bọt được phân tán và được hòa tan trong nhựa nóng chảy giãn nở bên trong tấm bởi vì áp suất được giải phóng tại thời điểm đun nhựa nóng chảy từ khuôn đun thành sản phẩm giống như tấm để tạo ra tấm bọt bằng cách tạo ra nhiều ô kín nhỏ bên trong tấm. Tác nhân tạo bọt đóng vai trò phụ làm chất hóa dẻo mà làm giảm độ nhớt nóng chảy của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được đóng vai trò làm nguyên liệu và có thể làm giảm nhiệt độ để đạt được trạng thái hóa dẻo của chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được đóng vai trò làm nguyên liệu.

Các ví dụ về tác nhân tạo bọt bao gồm các hydrocacbon béo như propan, butan, pentan, hexan, và heptan; các hydrocacbon vòng béo như xyclobutan, xyclopentan, và xyclohexan; các hydrocacbon halogen hóa như clodifloetan, difloetan, trifloetan, triclofloetan, dicloetan, diclofloetan, diclodifloetan, clometan, cloetan, diclotrifloetan, diclopentafloetan, tetrafloetan, difloetan, pentafloetan, trifloetan, diclotetrafloetan, triclotrifloetan,

tetracloclodifloetan, và perfloxyclobutan; các khí vô cơ như cacbon dioxit, nitơ, và không khí; và nước.

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

Sản phẩm đúc

Sản phẩm đúc theo sáng chế là sản phẩm đúc được đúc mà sử dụng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được tạo thành từ copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần trong đó các hạt canxi cacbonat nặng được mô tả trên đây được pha trộn.

Hình dạng hoặc yếu tố tương tự của sản phẩm đúc theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể và có thể có các dạng khác nhau. Các sản phẩm đúc khác nhau, ví dụ, các màng, các tấm, các sản phẩm đựng thực phẩm và các sản phẩm đựng khác, hoặc các sản phẩm tiêu dùng được tiêu hủy trong một khoảng thời gian tương đối ngắn trong các lĩnh vực các vật dụng cần thiết hàng ngày, các linh kiện ô tô, các linh kiện điện/điện tử, các bộ phận, thành phần trong ngành xây dựng, và các linh kiện, bộ phận, sản phẩm tương tự có thể được đúc.

Độ dày của sản phẩm đúc theo sáng chế cũng không bị giới hạn cụ thể và có thể thay đổi từ độ dày mỏng đến độ dày dày tùy thuộc vào loại sản phẩm đúc. Ví dụ, sản phẩm đúc có độ dày từ 10 μm đến 5.000 μm và tốt hơn nữa là có độ dày từ 30 μm đến 2.000 μm được lấy làm ví dụ. Độ dày nằm trong khoảng này cho phép đúc ra sản phẩm đúc mà không có vấn đề về về khả năng đúc và khả năng gia công, không gây ra độ lệch về độ dày, đồng nhất, và không có khuyết tật.

Ví dụ, trong trường hợp mà dạng của sản phẩm đúc là tấm đúc chân không,

độ dày mong muốn tốt hơn nữa là từ 300 μm đến 2.000 μm và còn tốt hơn nữa là từ 500 μm đến 1.000 μm . Tấm có độ dày nằm trong khoảng này cho phép sản phẩm đúc thứ cấp có độ bền cơ học thỏa đáng, các đặc tính bề mặt nổi trội, và các đặc tính tương tự nhận được với khả năng gia công nổi trội thậm chí bằng cách đúc chân không sau đó.

Ví dụ, trong trường hợp mà dạng của sản phẩm đúc là màng được tạo thành bằng cách đúc thổi phồng, độ dày mong muốn tốt hơn nữa là từ 10 μm đến 200 μm và còn tốt hơn nữa là từ 30 μm đến 100 μm . Màng có độ dày nằm trong khoảng này cho phép tạo ra sản phẩm đúc có độ bền cơ học thỏa đáng và độ mềm dẻo và cũng có các đặc tính bề mặt nổi trội và các đặc tính tương tự.

Theo một phương án về sản phẩm đúc theo sáng chế, các thành phần cấu thành sản phẩm đúc có thể có cấu trúc nhiều lớp. Như được mô tả trên đây, sản phẩm đúc được tạo ra từ chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được tạo ra bằng cách pha trộn các hạt canxi cacbonat nặng trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần có, ví dụ, độ bền cơ học, độ mềm dẻo, độ chịu nhiệt, và khả năng phân hủy sinh học nổi trội. Để tạo ra các chức năng khác nhau như đặc tính không di chuyển của các thành phần được chứa trong đó, độ bền chống xước, độ bóng, và độ kín nhiệt với bề mặt, một khía cạnh trong đó ít nhất một bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được bao phủ bằng lớp bề mặt có thể được sử dụng. Trong trường hợp mà cả hai bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được bao phủ, các lớp bề mặt được bố trí trên các bề mặt tương ứng có thể giống hoặc khác nhau. Lớp trung gian đơn hoặc nhiều lớp trung gian có thể được tạo ra giữa lớp bề mặt và lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ. Vật liệu cấu thành lớp bề mặt này không bị giới hạn cụ thể bởi vì các vật liệu khác nhau có thể được sử dụng tùy thuộc vào chức năng được tạo ra và các yếu tố tương tự. Ví dụ, một khía cạnh về nhựa có thể phân hủy sinh học

được, cụ thể là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần hoặc axit polylactic như được mô tả trên đây, không có các chất phụ gia hoặc pha trộn các lượng thấp một cách đáng kể các chất phụ gia, hoặc các nhựa tổng hợp trên cơ sở dầu mỏ như các nhựa polyolefin, các lớp màng polypropylen không có chất phụ gia, và các lớp màng polyetylen không có chất phụ gia, có thể được lấy làm ví dụ. Độ dày của các lớp bề mặt này có thể đủ dày khi so với độ dày của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ và, ví dụ, từ khoảng 1 μm đến khoảng 40 μm và tốt hơn nữa là từ khoảng 2 μm đến khoảng 15 μm . Phương pháp bao phủ ít nhất một bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bằng lớp bề mặt cũng không bị giới hạn cụ thể. Đối với phương pháp này, phương pháp trong đó màng được tạo ra riêng rẽ cho lớp bề mặt được đúc bằng cách, ví dụ, đúc thổi phòng bám dính vào một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bằng quy trình cán, hoặc phương pháp trong đó, như các phương pháp đã biết thông thường, chế phẩm có thể phân hủy sinh học được cho lớp bề mặt được đùn đồng thời sử dụng khuôn hai màu hoặc khuôn nhiều màu cùng với chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế để đúc tấm nhiều lớp có thể được sử dụng.

Phương pháp sản xuất sản phẩm đúc

Đối với phương pháp sản xuất sản phẩm đúc thu được từ chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế, các phương pháp thông dụng 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 ép phun, phương pháp đúc đùn, phương pháp đúc thổi, phương pháp đúc thổi phòng, phương pháp đúc ép, phương pháp đúc cán, phương pháp đúc chân không, phương pháp đúc trong khuôn, phương pháp đúc ép khí, phương pháp đúc hai màu hoặc nhiều màu, và phương pháp đúc sandwich có thể được sử dụng. Trong

trường hợp mà chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế bao gồm tác nhân tạo bọt và sản phẩm đúc theo một khía cạnh về sản phẩm bọt thu được, các phương pháp đã biết thông thường bao gồm phương pháp tạo bọt pha lỏng như các phương pháp phun bọt, đùn bọt, và thổi bọt, hoặc các phương pháp tạo bọt pha rắn như tạo bọt hạt (bead foaming), tạo bọt theo mẻ (batch foaming), tạo bọt ép (press foaming), và tạo bọt thứ cấp trong khí quyển (atmospheric secondary foaming) có thể được sử dụng làm phương pháp đúc sản phẩm bọt miễn là sản phẩm bọt đúc có thể được đúc thành hình dạng mong muốn.

Nhiệt độ đúc tại thời điểm đúc không thể được quy định cụ thể mà không có điều kiện bởi vì nhiệt độ đúc thay đổi theo mức độ nhất định tùy thuộc vào, ví dụ, tỷ lệ pha trộn của comonome trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần. Ví dụ, việc đúc mong muốn là được tiến hành ở nhiệt độ nhựa nóng chảy từ 140 đến 200°C và tốt hơn nữa là trong khoảng nhiệt độ từ 160 đến 180°C. Trong khoảng nhiệt độ này, việc đúc có thể được tiến hành với đặc tính theo hình dạng nổi trội mà không làm hư hỏng copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần.

Như được mô tả trên đây, trong việc đúc sản phẩm đúc theo sáng chế, có thể tạo thành sản phẩm nhiều lớp với chế phẩm nhựa khác. Chế phẩm nhựa khác có thể được áp vào một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế để tạo thành sản phẩm nhiều lớp, hoặc ngược lại, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế có thể được áp vào một bề mặt hoặc cả hai bề mặt của lớp bao gồm chế phẩm nhựa khác để tạo thành sản phẩm nhiều lớp, tùy thuộc vào mục đích.

Trong trường hợp tạo thành chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được thành sản phẩm giống như tấm hoặc sản phẩm giống như màng, sản phẩm giống như tấm hoặc sản phẩm giống như màng có thể được kéo căng theo một hướng

trục, hai hướng trục, hoặc nhiều hướng trục (kéo giãn bằng, ví dụ, phương pháp thổi phồng hoặc phương pháp ống) trong khi hoặc sau khi đúc. Việc tiến hành kéo giãn như vậy cho phép nhiều khoảng trống hơn được tạo thành giữa các hạt canxi cacbonat nặng và copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần đóng vai trò làm nền trong cấu trúc của tấm hoặc màng và do vậy khả năng phân hủy sinh học của sản phẩm đúc được tăng cường. Tuy nhiên, đối với sản phẩm đúc theo sáng chế, ngay cả khía cạnh không kéo giãn hoặc về cơ bản là không kéo giãn, sản phẩm đúc có thể có độ bền cơ học thỏa đáng và, cùng lúc đó, tạo ra khả năng phân hủy sinh học vượt trội.

Việc trộn copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi cacbonat nặng trong chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo sáng chế có thể được xác định một cách thích hợp theo phương pháp đúc (ví dụ, đúc đùn, đúc phun, và đúc chân không). Ví dụ, copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi cacbonat nặng có thể được nhào trộn và được làm nóng chảy trước khi được nạp vào máy đúc từ phễu, hoặc copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi cacbonat nặng có thể được nhào trộn, được làm nóng chảy, và cùng lúc đó, được đúc. Trong khi làm nóng chảy và nhào trộn, các hạt canxi cacbonat nặng tốt hơn là được phân tán đồng nhất trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và, cùng lúc đó, hỗn hợp được nhào trộn bằng cách áp dụng ứng suất cắt cao. Ví dụ, hỗn hợp tốt hơn là được nhào trộn sử dụng máy nhào trộn hai trục.

Trong phương pháp sản xuất sản phẩm đúc theo sáng chế, chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được tạo ra bằng cách pha trộn copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần và các hạt canxi cacbonat nặng được sử dụng với tỷ lệ xác định trước có thể ở dạng hạt hoặc không ở dạng hạt. Trong trường hợp dạng hạt, hình dạng của hạt không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, có thể tạo ra các hạt có hình dạng hình trụ, hình cầu, và elipxoit. Hoạt

động tạo hạt để thu được các hạt có thể được tiến hành bằng các quy trình hoặc các thiết bị thường được sử dụng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Ví dụ, trong khi copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần được làm nóng chảy sử dụng máy đùn hai trục vít hoặc các thiết bị tương tự, các hạt canxi cacbonat nặng và các chất phụ gia khác được bổ sung và hỗn hợp thu được được làm nóng chảy và nhào trộn, và được đùn thành hình dạng sợi, và được làm nguội. Sau đó, các hạt được sản xuất sử dụng thiết bị tạo hạt. Các hạt được sản xuất theo cách như vậy có thể được sử dụng để đúc phun hoặc các phương pháp gia công tương tự sau khi làm khô đầy đủ để loại bỏ nước.

Kích thước các hạt có thể được xác định một cách thích hợp tùy thuộc vào hình dạng. Ví dụ, trong trường hợp các hạt hình cầu, đường kính có thể từ 1 đến 10 mm. Trong trường hợp các hạt có hình dạng elipxoit, các hạt có thể có hình dạng elip với tỷ lệ ở phương án này là từ 0,1 đến 1,0 và có thể có các chiều dài theo hướng thẳng đứng và chiều dài theo hướng ngang từ 1 đến 10 mm. Trong trường hợp các hạt 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.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả cụ thể hơn dựa vào các ví dụ. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Các phương pháp đánh giá

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

Diện tích bề mặt riêng BET

Diện tích bề mặt riêng BET được xác định bằng phương pháp hấp thụ khí nitơ sử dụng BELSORP-mini do MicrotracBEL Corp sản xuất.

Đường kính hạt trung bình

Đường kính hạt trung bình được tính toán từ kết quả đo diện tích bề mặt

riêng bằng phương pháp thẩm không khí theo JIS M-8511 sử dụng thiết bị đo diện tích bề mặt riêng Type SS-100 do Shimadzu Corporation sản xuất.

Độ tròn

Để đại diện cho sự phân bố hạt của bột, 100 hạt được lấy mẫu. Hình ảnh hạt của hình ảnh phân lồi ra của mỗi hạt này thu được sử dụng vi kế quang học qua phân tích hình ảnh sử dụng phần mềm phân tích hình ảnh sẵn có trên thị trường để xác định độ tròn. Về nguyên tắc đo, diện tích phân lồi ra của hạt và chu vi phân lồi ra của hạt được đo và được ký hiệu lần lượt là (A) và (PM). Khi bán kính của hình tròn có cùng chu vi với chu vi phân lồi ra của hạt được ký hiệu là (r),

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

Khi diện tích của hình tròn có cùng chu vi với chu vi phân lồi ra của hạt được ký hiệu là (B),

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

Biến đổi công thức (1) dẫn đến $r = PM / 2\pi$ (3).

Do đó, thay công thức (3) vào công thức (2) dẫn đến

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

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

Mô đun kéo và độ giãn dài

Thử nghiệm kéo tấm được tiến hành sử dụng Strograph do Toyo Seiki Seisaku-sho, Ltd. sản xuất ở nhiệt độ 23°C. Về hình dạng của mẫu thử, mẫu thử có hình dạng quả tạ số 3 theo JIS K6251:2017 được sử dụng. Tốc độ kéo giãn là 200 mm/phút. Mô đun kéo và độ giãn dài được đo từ đường cong biến dạng-ứng suất thu được.

Khả năng phân hủy sinh học

Màng hoặc tấm (30 mm × 30 mm) được chuẩn bị trong mỗi trong số các ví

dự và các ví dụ so sánh được đặt trong lọ 25 ml cùng với 10 ml nước biển được dự trữ ở nhiệt độ phòng ($25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$) và được để trong một tháng. Sau đó, trạng thái của màng hoặc tấm được quan sát bằng mắt và được đánh giá theo các tiêu chuẩn đánh giá sau đây.

○: Màng hoặc tấm được phân hủy.

△: Màng hoặc tấm được phân hủy một phần.

*: Quan sát thấy không có sự thay đổi ở màng hoặc tấm.

Các vật liệu

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

· Thành phần nhựa (P)

P1: P(LA-co-3HB) (tỷ lệ của axit lactic 80% theo mol)

P2: P(LA-co-3HB) (tỷ lệ của axit lactic 70% theo mol)

P3: P(LA-co-3HB) (tỷ lệ của axit lactic 50% theo mol)

P4: P(LA-co-3HB) (tỷ lệ của axit lactic 30% theo mol)

P5: P(LA-co-3HB) (tỷ lệ của axit lactic 20% theo mol)

Pa: Poly(axit L-lactic)

Pb: Poly(axit 3-hydroxybutyric)

· Canxi cacbonat (I)

I1: Các hạt canxi cacbonat nặng: Đường kính hạt trung bình: $2,2\text{ }\mu\text{m}$, 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: $1,1\text{ }\mu\text{m}$, 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: $3,6\text{ }\mu\text{m}$, diện tích bề mặt riêng BET: $0,6\text{ m}^2/\text{g}$, độ tròn: 0,90

Ia: Các hạt canxi cacbonat nhẹ: Đường kính hạt trung bình: 1,5 μm , diện tích bề mặt riêng BET: 0,1 m^2/g , độ tròn: 1,00

Các ví dụ so sánh từ 1 đến 7

Các nhựa tương ứng từ P1 đến P5, Pa, và Pb, mà có các tỷ lệ axit lactic trong các nhựa khác nhau, được sử dụng để tạo ra các màng có độ dày 30 μm trên dây truyền đùn màng thổi phồng (khuôn tròn 60 mm, khe hở khuôn 1,2 mm, đường kính vít 30 mm, tỷ lệ $L/D = 30$). Màng được xử lý với tỷ lệ phồng BUR (Blow-Up Ratio) 2,5. Trong máy đùn, nhiệt độ ở mỗi vùng được đặt từ 160°C đến 180°C và tốc độ quay được duy trì ở 20 vòng/phút.

Bảng 1 liệt kê các kết quả đánh giá mô đun kéo, độ giãn dài, và khả năng phân hủy sinh học của các màng thu được.

Như được liệt kê trong bảng 1, P(LA-co-3HB) có tỷ lệ axit lactic nằm trong khoảng từ 20% đến 80% đã tạo ra độ mềm dẻo thỏa đáng và thể hiện độ giãn dài nổi trội trong sử dụng thực tế. Tuy nhiên, trong ví dụ so sánh 1, độ giãn dài thấp và màng giòn. Ngoài ra, tất cả các màng có khả năng phân hủy không thỏa đáng.

Các ví dụ từ 1 đến 9

Các nhựa tương ứng P3, P4, và P5, mà có các tỷ lệ axit lactic trong nhựa khác nhau, được sử dụng và canxi cacbonat (I) được bổ sung vào nhựa như được liệt kê trong bảng 1. Tương tự các ví dụ so sánh từ 1 đến 7 trên đây, các chế phẩm thu được được sử dụng để tạo ra các màng có độ dày 30 μm trong dây truyền đùn màng thổi phồng (khuôn tròn 60 mm, khe hở khuôn 1,2 mm, đường kính vít 30 mm, tỷ lệ $L/D = 30$). Màng được xử lý với tỷ lệ phồng BUR (Blow-Up Ratio) 3,0. Trong máy đùn, nhiệt độ ở mỗi vùng được đặt từ 160°C đến 180°C và tốc độ quay được duy trì ở 20 vòng/phút.

Bảng 1 liệt kê các kết quả đánh giá mô đun kéo, độ giãn dài, và khả năng phân hủy sinh học của các màng thu được.

Như được liệt kê trong bảng 1, màng bất kỳ trong số các màng theo các ví

dụ từ 1 đến 9 đã tạo ra độ mềm dẻo thỏa đáng và thể hiện độ giãn dài nổi trội trong sử dụng thực tế, và khả năng phân hủy sinh học cũng thỏa đáng.

Các ví dụ 10 và 11 và ví dụ so sánh 8

Các màng có độ dày 30 μm được tạo ra bằng phương pháp thổi phồng theo cách giống với cách trong ví dụ 1 ngoại trừ canxi cacbonat (I) được thay bằng I2, I3, và Ia.

Bảng 1 liệt kê các kết quả đánh giá mô đun kéo, độ giãn dài, và khả năng phân hủy sinh học của các màng thu được.

Như được liệt kê trong bảng 1, cả hai màng theo các ví dụ 10 và 11 đã tạo ra các kết quả nổi trội về độ mềm dẻo và khả năng phân hủy sinh học. Ngược lại, ví dụ so sánh 8, trong đó các hạt canxi cacbonat nhẹ được pha trộn làm canxi cacbonat (I), đã tạo ra khả năng đúc kém đáng kể và do vậy khó tạo ra được màng đồng nhất.

Bảng 1

	Thành phần nhựa	Chế phẩm nhựa		Canxi cacbonat	Lượng canxi cacbonat được pha trộn (% theo khối lượng)	Mô đun kéo (MPa)	Độ giãn dài (%)	Khả năng phân hủy sinh học
		Axit lactic (%theo mol)	Axit 3-hydroxybutyric (% theo mol)					
Ví dụ so sánh 1	Pa	100	0	-	0	3.600	20	x
Ví dụ so sánh 2	P1	80	20	-	0	3.300	100	x
Ví dụ so sánh 3	P2	70	30	-	0	2.800	120	x
Ví dụ so sánh 4	P3	50	50	-	0	2.500	150	x
Ví dụ so sánh 5	P4	30	70	-	0	2.200	200	x
Ví dụ so sánh 6	P5	20	80	-	0	1.900	250	Δ
Ví dụ so sánh 7	Pb	0	100	-	0	1.500	300	Δ
Ví dụ 1	P3	50	50	I1	40	2.600	145	o
Ví dụ 2	P3	50	50	I1	50	2.700	140	o
Ví dụ 3	P3	50	50	I1	60	2.800	140	o
Ví dụ 4	P4	30	70	I1	40	2.400	190	o
Ví dụ 5	P4	30	70	I1	50	2.500	180	o
Ví dụ 6	P4	30	70	I1	60	2.600	180	o
Ví dụ 7	P5	20	80	I1	40	2.000	240	o
Ví dụ 8	P5	20	80	I1	50	2.100	230	o
Ví dụ 9	P5	20	80	I1	60	2.200	230	o
Ví dụ 10	P3	50	50	I2	50	2.700	145	o
Ví dụ 11	P3	50	50	I3	50	2.700	140	o
Ví dụ so sánh 8	P3	50	50	Ia	50	Không thể tạo thành màng		o

Các ví dụ so sánh từ 9 đến 15

Các nhựa tương ứng từ P1 đến P5, Pa, và Pb, mà có các tỷ lệ axit lactic trong các nhựa khác nhau, được sử dụng và được đúc thành các tấm có độ dày 500 μm qua khuôn chữ T ở 180°C sử dụng máy đùn hai trục vít. Sau đó, các tấm thu được được tiếp tục đúc chân không thành các sản phẩm chứa có hình dạng đĩa nông ở nhiệt độ tấm gia nhiệt là 350°C.

Bảng 2 liệt kê các kết quả đánh giá mô đun kéo, độ giãn dài, và khả năng phân hủy sinh học của các sản phẩm đúc thu được.

Như được liệt kê trong bảng 2, sản phẩm đúc bất kỳ trong số các sản phẩm đúc có khả năng phân hủy sinh học không thỏa đáng.

Các ví dụ từ 12 đến 20 và các ví dụ so sánh từ 16 đến 18

Các nhựa tương ứng P1, P2, P3, và Pa, mà có các tỷ lệ axit lactic trong các nhựa khác nhau, được sử dụng và các hạt canxi cacbonat nặng I1 làm canxi cacbonat (I) được bổ sung vào các nhựa như được liệt kê trong bảng 2. Tương tự các ví dụ so sánh từ 9 đến 15 trên đây, các chế phẩm thu được được dùng để đúc thành các tấm có độ dày 500 μm qua khuôn chữ T ở 180°C sử dụng máy đùn hai trục vít. Sau đó, các tấm thu được được tiếp tục đúc chân không thành các sản phẩm chứa có hình dạng đĩa nông ở nhiệt độ tấm gia nhiệt là 350°C.

Bảng 2 liệt kê các kết quả đánh giá mô đun kéo, độ giãn dài, và khả năng phân hủy sinh học của các sản phẩm đúc thu được.

Như được liệt kê trong bảng 2, sản phẩm đúc bất kỳ trong số các sản phẩm đúc theo các ví dụ từ 12 đến 20 đã tạo ra độ mềm dẻo thỏa đáng và thể hiện độ giãn dài nổi trội trong sử dụng thực tế, và cũng có khả năng phân hủy sinh học thỏa đáng.

Bảng 2

	Thành phần nhựa	Chế phẩm nhựa		Canxi cacbonat	Lượng canxi cacbonat được pha trộn (% theo khối lượng)	Mô đun kéo (MPa)	Độ giãn dài (%)	Khả năng phân hủy sinh học
		Axit lactic (%theo mol)	Axit 3-hydroxybutyric (% theo mol)					
Ví dụ so sánh 9	Pa	100	0	-	0	3.600	20	x
Ví dụ so sánh 10	P1	80	20	-	0	3.300	100	x
Ví dụ so sánh 11	P2	70	30	-	0	2.800	120	x
Ví dụ so sánh 12	P3	50	50	-	0	2.500	150	x
Ví dụ so sánh 13	P4	30	70	-	0	2.200	200	x
Ví dụ so sánh 14	P5	20	80	-	0	1.900	250	Δ
Ví dụ so sánh 15	Pb	0	100	-	0	1.500	300	Δ
Ví dụ so sánh 16	Pa	100	0	II	30	3.700	20	x
Ví dụ so sánh 17	Pa	100	0	II	40	3.800	15	x
Ví dụ so sánh 18	Pa	100	0	II	60	3.900	10	x
Ví dụ 12	P1	80	20	II	30	3.400	100	o
Ví dụ 13	P1	80	20	II	40	3.500	100	o
Ví dụ 14	P1	80	20	II	60	3.600	100	o
Ví dụ 15	P2	70	30	II	30	2.900	110	o
Ví dụ 16	P2	70	30	II	40	3.000	110	o
Ví dụ 17	P2	70	30	II	60	3.100	100	o
Ví dụ 18	P3	50	50	II	30	2.600	140	o
Ví dụ 19	P3	50	50	II	40	2.700	140	o
Ví dụ 20	P3	50	50	II	60	2.800	130	o

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ bao gồm:

nhựa có thể phân hủy sinh học được và bột của hợp chất vô cơ với khoảng khối lượng từ 40:60 đến 70:30, trong đó nhựa có thể phân hủy sinh học được là copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần bao gồm axit lactic và axit hydroxyalkanoic khác, tỷ lệ của axit lactic trong copolyme của axit hydroxyalkanoic nhiều thành phần là từ 20% đến 80%, và bột của hợp chất vô cơ là canxi cacbonat nặng.

2. Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm 1, trong đó axit hydroxyalkanoic khác là axit hydroxybutyric.

3. Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm 1 hoặc 2, trong đó đường kính hạt trung bình của canxi cacbonat nặng là nằm trong khoảng từ 0,7 μm đến 6,0 μm được tính toán từ kết quả đo diện tích bề mặt riêng bằng phương pháp thấm không khí theo JIS M-8511.

4. Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tỷ lệ của axit lactic là từ 50% đến 80% và chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được sử dụng để đúc chân không.

5. Chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó tỷ lệ của axit lactic là từ 20% đến 50% và chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ được sử dụng để đúc thổi phòng.

6. Sản phẩm đúc bao gồm chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

7. Tấm đúc chân không được tạo thành bằng cách đúc đùn chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm 4.
8. Màng được tạo thành bằng cách đúc thổi phòng chế phẩm nhựa có thể phân hủy sinh học được chứa bột của hợp chất vô cơ theo điểm 5.
9. Sản phẩm đúc được tạo thành bằng cách đúc chân không tấm đúc chân không theo điểm 7.