



(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)



1-0037289

(51)^{2020.01} C21C 1/10; C22C 33/08

(13) B

(21) 1-2020-04304

(22) 21/12/2018

(86) PCT/NO2018/050326 21/12/2018

(87) WO2019/132670 04/07/2019

(30) 20172063 29/12/2017 NO

(45) 25/10/2023 427

(43) 26/04/2021 397

(73) ELKEM ASA (NO)

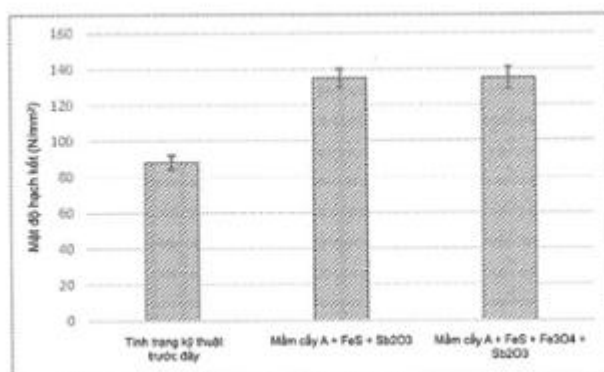
Drammensveien 169, 0277 OSLO, Norway

(72) OTT, Emmanuelle (FR); KNUSTAD, Oddvar (NO).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) MÀM CÂY ĐỀ SẢN XUẤT GANG ĐÚC VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT MÀM CÂY NÀY

(57) Sáng chế đề cập đến mầm cây dùng để sản xuất gang đúc bằng graphit dạng cầu, mầm cây này bao gồm hợp kim ferosilic dạng hạt chứa khoảng từ 40 đến 80 % khối lượng Si; 0,02-8 % khối lượng Ca; 0-5 % khối lượng Sr; 0-12 % khối lượng Ba; 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm; 0-5 % khối lượng Mg; 0,05-5 % khối lượng Al; 0-10 % khối lượng Mn; 0-10 % khối lượng Ti; 0-10 % khối lượng Zr; cân bằng là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, trong đó mầm cây đã nêu có chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây: 0,1 đến 15 % Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một trong khoảng từ 0,1 đến 15 % Bi_2O_3 dạng hạt, từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, hoặc từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và phương pháp để tạo ra mầm cây này.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến mầm cây gốc ferosilic cho sản xuất gang đúc bằng grafit dạng cầu và liên quan đến phương pháp sản xuất mầm cây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Gang đúc thường được sản xuất trong lò đứng hoặc lò cảm ứng, và thường chứa từ 2 % đến 4 % cacbon. Cacbon được trộn lẫn với sắt và dạng chất mà cacbon có trong gang đúc được hóa cứng rất quan trọng đối với các đặc tính và thuộc tính của sản phẩm gang đúc. Nếu cacbon có dạng cacbua sắt, thì gang đúc được gọi là sắt gang trắng và có đặc tính vật lý là cứng và giòn, chúng hầu hết trong các ứng dụng là không mong muốn. Nếu cacbon có dạng graphit, gang đúc sẽ mềm và có thể gia công trên máy.

Graphit có thể tìm thấy trong gang đúc ở dạng tấm, được nén hoặc có dạng cầu. Hình dạng cầu tạo ra loại gang đúc dẻo nhất và có độ bền cao nhất.

Dạng mà graphit tạo thành cũng như lượng graphit so với cacbua sắt có thể được kiểm soát bằng một số chất phụ gia nhất định, thúc đẩy sự hình thành graphit trong quá trình hóa rắn của gang đúc. Các chất phụ gia này được gọi là chất tạo hạt và mầm cây, và việc thêm chúng vào gang đúc được gọi là quá trình hạt hóa và tạo mầm cây tương ứng. Trong sản xuất gang đúc, sự tạo thành cacbua sắt, đặc biệt là trong các lát mỏng thường là một thử thách. Sự hình thành cacbua sắt được tạo ra bằng cách làm mát nhanh các phần mỏng so với làm nguội chậm hơn các phần dày hơn của sản phẩm đúc. Sự hình thành cacbua sắt trong sản xuất gang đúc được gọi là “tôi luyện” trong thương mại. Sự hình thành tôi luyện được định lượng bằng cách đo “độ sâu tôi luyện” và khả năng của mầm cây để ngăn sự tôi luyện và giảm độ sâu tôi luyện là cách thuận tiện để đo và so sánh khả năng của mầm cây, đặc biệt là trong các loại gang xám. Trong sắt dạng hạch kết, khả năng của mầm cây thường được đo lường và so sánh bằng cách sử dụng mật độ số hạch kết graphit.

Khi ngành công nghiệp phát triển thì cần có các vật liệu mạnh hơn. Điều này nghĩa là có nhiều hợp kim hóa hơn với các nguyên tố hoạt hóa cacbua như Cr, Mn, V, Mo.... và phần đúc mỏng hơn cũng như thiết kế của sản phẩm đúc nhẹ hơn. Do đó, cần phải liên tục phát triển các mầm cây làm giảm độ sâu tôi luyện và cải thiện khả năng gia công trên máy của các loại gang xám cũng như gia tăng mật độ số lượng hình dạng cầu graphit trong các loại gang đúc dẻo. Hóa học và cơ chế chính xác của việc ghép mầm và lý do các mầm cây hoạt động như chúng thực hiện trong các mẻ gang đúc nóng chảy khác nhau không được hiểu hoàn toàn, do đó, rất nhiều nghiên cứu bắt đầu cung cấp cho ngành công nghiệp các mầm cây cải tiến mới.

Người ta cho rằng canxi và một số nguyên tố khác ức chế sự hình thành cacbua sắt và thúc đẩy sự hình thành graphit. Phần lớn các mầm cây đều có chứa canxi. Việc bổ sung các chất ức chế cacbua sắt này thường được tạo điều kiện bằng cách bổ sung hợp kim ferrosilic và có lẽ hợp kim ferrosilic được sử dụng rộng rãi nhất là hợp kim silic cao chứa 70 % đến 80 % silic và hợp kim silic thấp chứa 45 % đến 55 % silic. Các nguyên tố thường có thể có trong mầm cây, và được thêm vào gang đúc dưới dạng hợp kim ferrosilic để kích thích sự tạo mầm của graphit trong gang đúc, ví dụ như Ca, Ba, Sr, Al, kim loại kiềm thổ hiếm (RE), Mg, Mn, Bi, Sb, Zr và Ti.

Việc ngăn chặn sự hình thành cacbua được liên kết bởi các đặc tính tạo mầm của mầm cây. Bằng các đặc tính tạo mầm, người ta hiểu số lượng nhân được hình thành bởi mầm cây. Số lượng lớn các hạt nhân được hình thành dẫn đến mật độ số lượng hạch kết graphit tăng lên, do đó giúp cải thiện hiệu quả ghép mầm và cải thiện sự ức chế cacbua. Hơn nữa, tốc độ tạo mầm cao cũng có thể giúp có độ bền màu của hiệu ứng gây mầm trong thời gian lưu áp suất nóng chảy kéo dài sau khi ghép mầm. Sự phai màu ghép mầm có thể được giải thích bằng cách kết tụ và hòa tan lại tập hợp hạt nhân, khiến tổng số vị trí tạo mầm tiềm năng bị giảm.

Bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,432,793 đề xuất mầm cây chứa bismut, chì và/hoặc antimon. Bismut, chì và/hoặc antimon được biết là có khả năng gây mầm cao và làm gia tăng số lượng hạt nhân. Các nguyên tố này cũng được biết đến là các nguyên tố chống cầu hóa, và sự hiện diện ngày càng tăng của các nguyên tố này trong gang đúc được cho là sẽ gây ra

sự thoái hóa cấu trúc graphit của graphit dạng cầu. Mầm cấy theo bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,432,793 là hợp kim ferosilic chứa từ 0,005 % đến 3 % đất hiếm và từ 0,005 % đến 3 % một trong các bismut nguyên tố kim loại, chì và/hoặc antimon được hợp kim hóa trong ferosilic.

Theo bằng sáng chế Hoa Kỳ số 5,733,502, các mầm cấy theo bằng sáng chế Hoa Kỳ số 4,432,793 đã nêu luôn chứa một số canxi giúp cải thiện hiệu suất bismut, chì và/hoặc antimon tại thời điểm hợp kim được sản xuất và giúp phân phối các nguyên tố này trong hợp kim một cách đồng nhất, vì các nguyên tố này thể hiện khả năng hòa tan kém trong các pha sắt-silic. Tuy nhiên, trong quá trình bảo quản, sản phẩm có xu hướng phân hủy và cấp phối hạt có xu hướng gia tăng số lượng hạt mịn. Việc giảm phép đo độ hạt được liên kết với sự phân hủy, gây ra bởi độ ẩm của khí quyển, của pha canxi-bismut được thu thập tại biên hạt của mầm cấy. Trong bằng sáng chế Hoa Kỳ số 5,733,502, người ta đã phát hiện rằng các pha bitmut-magiê hai cấu tử cũng như các pha bismut-magiê-canxi ba cấu tử thì không bị nước ăn mòn. Kết quả này chỉ đạt được đối với các mầm cấy hợp kim ferosilic silic cao, đối với các mầm cấy FeSi silic thấp, sản phẩm bị phân hủy trong quá trình bảo quản. Hợp kim gốc ferosilic để ghép mầm theo bằng sáng chế Hoa Kỳ số 5,733,502 do đó chứa (theo % khối lượng) từ 0,005-3 % đất hiếm, 0,005-3 % bismut, chì và/hoặc antimon, 0,3-3 % canxi và 0,3-3 % magiê, trong đó tỷ lệ Si/Fe lớn hơn 2.

Đơn xin cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2015/0284830 đề cập đến hợp kim mầm cấy để xử lý các phần gang đúc dày, chứa từ 0,005 % đến 3 % khối lượng đất hiếm và từ 0,2 % đến 2 % trọng lượng Sb. Đơn xin cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2015/0284830 đề cập ở trên thấy rằng antimon, khi được liên kết với đất hiếm trong hợp kim gốc ferosilic sẽ giúp ghép mầm hiệu quả, và với các khối dạng cầu được ổn định, các phần đặc không mang nhược điểm của antimon tinh khiết khi thêm vào gang đúc dạng lỏng. Mầm cấy theo đơn xin cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ 2015/0284830 được mô tả là thường được dùng trong bối cảnh ghép mầm tấm bằng gang đúc, để điều hòa trước gang đúc đã nêu cũng như xử lý chất tạo hạt. Mầm cấy theo đơn xin cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ 2015/0284830 chứa (theo % khối lượng) 65 % Si; 1,76 % Ca; 1,23 % Al; 0,15 % Sb; 0,16 % RE; 7,9 % Ba và sắt cân bằng.

Từ WO 95/24508, người ta đã biết mầm cấy gang đúc cho thấy tốc độ tạo mầm tăng lên. Mầm cấy này là mầm cấy gốc ferosilic có chứa canxi và/hoặc stronti và/hoặc bari, ít hơn 4 % nhôm và từ 0,5 % đến 10 % oxy dưới dạng một hoặc nhiều oxit kim loại. Tuy nhiên, người ta thấy rằng khả năng tái sinh của số hạt nhân được hình thành bằng cách sử dụng mầm cấy theo WO 95/24508 là khá thấp. Trong một số trường hợp, một số lượng lớn các hạt nhân được hình thành trong gang đúc, nhưng trong các trường hợp khác, số lượng hạt nhân được hình thành là khá thấp. Vì lý do trên nên mầm cấy theo WO 95/24508 ít được sử dụng trong thực tế.

Từ WO 99/29911, người ta biết rằng việc bổ sung lưu huỳnh vào mầm cấy của WO 95/24508 có hiệu ứng dương trong ghép mầm gang đúc và làm tăng khả năng tái sinh của hạt nhân.

Trong các oxit sắt WO 95/24508 và WO 99/29911, FeO, Fe₂O₃ và Fe₃O₄ là các oxit kim loại được ưu tiên. Các oxit kim loại khác được đề cập trong các đơn xin cấp bằng sáng chế này là SiO₂, MnO, MgO, CaO, Al₂O₃, TiO₂ và CaSiO₃, CeO₂, ZrO₂. Các sunfua kim loại ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm FeS, FeS₂, MnS, MgS, CaS và CuS. Từ bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2016/0047008, người ta đã biết đến mầm cấy hạt để xử lý gang đúc dạng lỏng, một mặt, bao gồm các hạt hỗ trợ làm từ vật liệu dễ nóng chảy trong gang đúc dạng lỏng, mặt khác, các hạt bề mặt được làm bằng vật liệu thúc đẩy sự nảy mầm và sự sinh trưởng của graphit, được sắp xếp và phân bố không liên tục ở bề mặt của các hạt hỗ trợ, các hạt bề mặt có sự phân bố kích thước hạt sao cho đường kính d₅₀ của chúng nhỏ hơn hoặc bằng một phần mười đường kính d₅₀ của các hạt hỗ trợ. Mục đích của mầm cấy trong US 2016 đã nêu là, *bên cạnh những thứ khác*, được chỉ định cho việc ghép mầm các phần gang đúc với độ dày khác nhau và độ nhạy thấp đối với thành phần cơ bản của gang đúc.

Do đó, mong muốn có thể cung cấp mầm cấy có đặc tính tạo mầm được cải tiến và hình thành số lượng hạt nhân cao, dẫn đến mật độ số lượng hạch kết graphit tăng lên và do đó giúp cải thiện hiệu quả ghép mầm. Một mong muốn khác là cung cấp mầm cấy hiệu suất cao. Mong muốn khác nữa là cung cấp mầm cấy có thể giúp có độ bền màu của

hiệu ứng gây mầm trong thời gian lưu áp suất nóng chảy kéo dài sau khi ghép mầm. Ít nhất một số mong muốn ở trên được đáp ứng với sáng chế, cũng như các ưu điểm khác, sẽ trở nên rõ ràng trong mô tả sau đây.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây theo WO 99/29911 được xem là mầm cây có hiệu suất cao, mang lại số lượng hạch kết cao trong gang đúc dẻo. Hiện tại, người ta phát hiện rằng việc thêm antimon oxit và ít nhất một bismut oxit, oxit sắt và/hoặc sulfua sắt vào chế phẩm của WO 99/29911 bất ngờ dẫn đến số lượng hạt nhân cao hơn đáng kể, hoặc mật độ số lượng hạch kết, trong gang đúc khi thêm mầm cây theo sáng chế vào gang đúc.

Theo phương án thứ nhất, sáng chế đề cập đến mầm cây để sản xuất gang đúc bằng graphit dạng cầu, trong đó mầm cây đã nêu bao gồm hợp kim ferosilic dạng hạt chứa từ 40 % đến 80 % khối lượng Si; 0,02-8 % khối lượng Ca; 0-5 % khối lượng Sr; 0-12 % khối lượng Ba; 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm; 0-5 % khối lượng Mg; 0,05-5 % khối lượng Al; 0-10 % khối lượng Mn; 0-10 % khối lượng Ti; 0-10 % khối lượng Zr; phần còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, trong đó mầm cây đã nêu có chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây: 0,1 đến 15 % Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một trong khoảng từ 0,1 đến 15 % Bi_2O_3 dạng hạt, từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, hoặc từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.

Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm từ 45 % đến 60 % khối lượng Si. Theo phương án khác của mầm cây, hợp kim ferosilic bao gồm từ 60 % đến 80 % khối lượng Si.

Theo một phương án, các kim loại đất hiếm bao gồm Ce, La, Y và/hoặc mischmetal (hợp kim của các nguyên tố đất hiếm). Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm tới 10 % khối lượng kim loại đất hiếm. Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm từ 0,5 đến 3 % khối lượng Ca. Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm

từ 0 đến 3 % khối lượng Sr. Theo phương án khác, hợp kim ferosilic bao gồm từ 0,2 đến 3 % khối lượng Sr. Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm từ 0 đến 5 % khối lượng Ba. Theo phương án khác, hợp kim ferosilic bao gồm từ 0,1 đến 5 % khối lượng Ba. Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm từ 0,5 đến 5 % khối lượng Al. Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm tới 6 % khối lượng Mn và/hoặc Ti và/hoặc Zr. Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm ít hơn 1 % khối lượng Mg.

Theo một phương án, mầm cây bao gồm từ 0,5 đến 10 % khối lượng của Sb_2O_3 dạng hạt.

Theo một phương án, mầm cây bao gồm từ 0,1 đến 10 % Bi_2O_3 dạng hạt.

Theo một phương án, mầm cây bao gồm từ 0,5 đến 3 % một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc từ 0,5 đến 3 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.

Theo một phương án, tổng lượng (tổng các hợp chất oxit/sulfua) Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng lên đến tới 20 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây. Theo một phương án khác, tổng lượng Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng lên đến 15 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây.

Theo một phương án, mầm cây ở dạng pha trộn hoặc hỗn hợp cơ học/vật lý của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.

Theo một phương án, Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều

FeS, FeS₂, Fe₃S₄ dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, có mặt dưới dạng hợp chất phủ trên hợp kim gốc ferosilic dạng hạt.

Theo một phương án, Sb₂O₃ dạng hạt và ít nhất một Bi₂O₃ dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe₃O₄, Fe₂O₃, FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS, FeS₂, Fe₃S₄ dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, được trộn/pha trộn cơ học với hợp kim gốc ferosilic dạng hạt, với sự có mặt của chất liên kết.

Theo một phương án, mầm cấy ở dạng khối kết tụ được tạo ra từ hỗn hợp hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb₂O₃ dạng hạt, và ít nhất một Bi₂O₃ dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe₃O₄, Fe₂O₃, FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS, FeS₂, Fe₃S₄ dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, với sự có mặt của chất liên kết.

Theo một phương án, mầm cấy ở dạng than bánh được làm từ hỗn hợp của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb₂O₃ dạng hạt, và ít nhất một Bi₂O₃ dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe₃O₄, Fe₂O₃, FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS, FeS₂, Fe₃S₄ dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, với sự có mặt của chất liên kết.

Theo một phương án, hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb₂O₃ dạng hạt, và ít nhất một Bi₂O₃ dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe₃O₄, Fe₂O₃, FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS, FeS₂, Fe₃S₄ dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng được thêm riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc dạng lỏng.

Theo phương án thứ hai, sáng chế liên quan đến phương pháp sản xuất mầm cấy theo sáng chế, phương pháp này bao gồm bước: đề xuất hợp kim gốc dạng hạt bao gồm từ 40 đến 80 % khối lượng Si, 0,02-8 % khối lượng Ca; 0-5 % khối lượng Sr; 0-12 % khối lượng Ba; 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm; 0-5 % khối lượng Mg; 0,05-5 % khối lượng Al; 0-10 % khối lượng Mn; 0-10 % khối lượng Ti; 0-10 % khối lượng Zr; cân bằng là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, và thêm vào gốc dạng hạt đã nêu, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng mầm cấy: 0,1 đến 15 % Sb₂O₃ dạng hạt và ít nhất một trong khoảng từ 0,1 đến 15 % Bi₂O₃ dạng hạt, từ 0,1 đến 5 % của một hoặc

nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, hoặc từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng để tạo ra mầm cây đã nêu.

Theo một phương án của phương pháp, Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, được trộn hoặc pha trộn cơ học với hợp kim gốc dạng hạt.

Theo một phương án của phương pháp, Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, được trộn cơ học trước khi trộn với hợp kim gốc dạng hạt.

Theo một phương án của phương pháp, Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, được trộn hoặc pha trộn cơ học với hợp kim gốc dạng hạt, với sự có mặt của chất liên kết. Theo phương án khác của phương pháp, hợp kim gốc dạng hạt được trộn hoặc pha trộn cơ học, Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, với sự có mặt của chất liên kết, được tiếp tục tạo thành các khối kết tụ hoặc than bánh.

Theo phương án khác, sáng chế liên quan đến việc sử dụng mầm cây như được xác định ở trên trong sản xuất gang đúc bằng graphit dạng cầu, bằng cách thêm mầm cây vào gang đúc nóng chảy trước khi đúc, cùng lúc vào sản phẩm đúc hoặc dưới dạng mầm cây trong khuôn.

Theo phương án của việc sử dụng mầm cây, hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc

hỗn hợp của chúng, được thêm dưới dạng pha trộn hoặc hỗn hợp cơ học/vật lý vào gang đúc nóng chảy.

Theo phương án về việc sử dụng mầm cây, hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, được thêm riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc nóng chảy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1: sơ đồ hiển thị mật độ số hạch kết (số hạch kết trên từng mm^2 , viết tắt là N/mm^2) trong các mẫu gang đúc của mẻ nóng chảy W trong ví dụ 1.

Hình 2: sơ đồ hiển thị mật độ số hạch kết (số hạch kết trên từng mm^2 , viết tắt là N/mm^2) trong các mẫu gang đúc của mẻ nóng chảy X trong ví dụ 2.

Hình 3: sơ đồ hiển thị mật độ số hạch kết (số hạch kết trên từng mm^2 , viết tắt là N/mm^2) trong các mẫu gang đúc của mẻ nóng chảy AG trong ví dụ 3.

Hình 4: sơ đồ hiển thị mật độ số hạch kết (số hạch kết trên từng mm^2 , viết tắt là N/mm^2) trong các mẫu gang đúc của ví dụ 4.

Mô tả chi tiết sáng chế

Theo sáng chế, mầm cây có độ mạnh cao được cung cấp để sản xuất gang đúc bằng graphit dạng cầu. Mầm cây bao gồm hợp kim gốc FeSi kết hợp với antimon oxit dạng hạt (Sb_2O_3) và cũng bao gồm ít nhất một trong số các oxit kim loại dạng hạt khác và/hoặc sunfua kim loại dạng hạt được chọn từ: bismut oxit (Bi_2O_3), oxit sắt (một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp của chúng) và sunfua sắt (một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng). Mầm cây theo sáng chế thì dễ sản xuất và dễ kiểm soát cũng như thay đổi lượng bismut và antimon trong mầm cây. Vì tránh các bước hợp kim hóa phức tạp và tốn kém, do đó mầm cây có thể được sản xuất với chi phí thấp hơn so với các mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây có chứa Bi và/hoặc Sb.

Trong quy trình sản xuất để tạo ra gang đúc dẻo bằng graphit dạng cầu, gang đúc nóng chảy thường được xử lý bằng chất tạo hạt, ví dụ như bằng cách sử dụng hợp kim MgFeSi , trước khi xử lý ghép mầm. Việc xử lý sự tạo hạt có mục đích nhằm thay đổi

dạng graphit từ dạng vẩy sang hạch kết khi nó đang kết tủa và phát triển sau đó. Cách thức này được thực hiện bằng cách thay đổi năng lượng mặt phân cách của graphit/mẻ nóng chảy mặt phân cách. Được biết, Mg và Ce là các nguyên tố thay đổi năng lượng mặt phân cách, Mg hiệu quả hơn so với Ce. Khi Mg được thêm vào mẻ sắt gốc nóng chảy, đầu tiên nó sẽ phản ứng với oxy và lưu huỳnh, và chỉ có “magiê tự do” là sẽ có hiệu ứng tạo hạt. Phản ứng tạo hạt mạnh và sẽ khuấy trộn mẻ nóng chảy, đồng thời nó sẽ tạo ra xỉ trôi nổi trên bề mặt. Mức độ mạnh của phản ứng sẽ dẫn đến việc hầu hết các vị trí tạo mầm cho graphit đã có ở mẻ nóng chảy (được đưa vào bằng các nguyên liệu thô) và các tạp chất khác là một phần của xỉ trên phần đỉnh và bị loại bỏ. Tuy nhiên, một số tạp chất MgO và MgS được tạo ra trong quá trình xử lý sự tạo hạt vẫn sẽ ở trong mẻ nóng chảy. Những tạp chất này không phải là các vị trí tạo mầm tốt như vậy.

Chức năng chính của việc ghép mầm là ngăn chặn sự hình thành cacbua bằng cách đưa vào các vị trí tạo mầm cho graphit. Ngoài đưa vào các vị trí tạo mầm, việc ghép mầm cũng biến đổi các tạp chất MgO và MgS được hình thành trong quá trình xử lý sự tạo hạt thành các vị trí tạo mầm bằng cách thêm một lớp (với Ca, Ba hoặc Sr) trên các tạp chất.

Theo sáng chế, các hợp kim gốc FeSi dạng hạt phải bao gồm từ 40 đến 80 % khối lượng Si. Hợp kim FeSi tinh khiết là mầm cây yếu, nhưng là chất mang hợp kim phổ biến cho các nguyên tố hoạt động, cho phép phân tán tốt trong mẻ nóng chảy. Do đó, có tồn tại nhiều thành phần hợp kim FeSi đã biết dành cho mầm cây. Các nguyên tố hợp kim thông thường trong mầm cây hợp kim FeSi bao gồm Ca, Ba, Sr, Al, Mg, Zr, Mn, Ti và RE (đặc biệt là Ce và La). Lượng nguyên tố hợp kim có thể thay đổi. Thông thường, các mầm cây được thiết kế để phục vụ các yêu cầu khác nhau trong sản xuất sắt xám, dạng nén và dẻo. Mầm cây theo sáng chế có thể chứa hợp kim gốc FeSi với hàm lượng silic khoảng 40-80 % khối lượng. Các nguyên tố hợp kim hóa có thể bao gồm khoảng 0,02-8 % khối lượng Ca; khoảng 0-5 % khối lượng Sr; khoảng 0-12 % khối lượng Ba; khoảng 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm; khoảng 0-5 % khối lượng Mg; khoảng 0,05-5 % khối lượng Al; khoảng 0-10 % khối lượng Mn; khoảng 0-10 % khối lượng Ti; khoảng 0-10 % khối lượng Zr; và cân bằng là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Hợp kim gốc FeSi có thể là hợp kim có silic cao chứa 60 đến 80 % silic hoặc hợp kim có silic thấp chứa 45 đến 60 % silic. Silic thường có mặt trong các hợp kim gang đúc, và là nguyên tố làm ổn định graphit trong gang đúc, giúp đẩy cacbon ra khỏi dung dịch và thúc đẩy sự hình thành graphit. Hợp kim gốc FeSi phải có kích thước hạt nằm trong phạm vi thông thường đối với mầm cây, ví dụ như trong khoảng 0,2 đến 6 mm. Cần lưu ý rằng, kích thước hạt nhỏ hơn, chẳng hạn như hạt mịn, của hợp kim FeSi cũng có thể được áp dụng trong sáng chế, để sản xuất mầm cây. Khi sử dụng các hạt rất nhỏ của hợp kim gốc FeSi, mầm cây có thể ở dạng khối kết tụ (ví dụ như hạt nhỏ) hoặc than bánh. Để điều chế các khối kết tụ và/hoặc than bánh của mầm cây hiện tại, các hạt Sb_2O_3 và bất kỳ Bi_2O_3 dạng hạt bổ sung nào, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng được trộn với hợp kim ferosilic dạng hạt bằng cách trộn hoặc pha trộn cơ học, với sự có mặt của chất liên kết, tiếp theo là sự kết tụ của hỗn hợp bột theo các phương pháp đã biết. Chất liên kết có thể, ví dụ là dung dịch natri silicat. Các khối kết tụ có thể là các hạt nhỏ có kích thước sản phẩm phù hợp, hoặc có thể được nghiền nát và sàng lọc theo kích cỡ sản phẩm cuối cùng được yêu cầu.

Một loại tạp chất khác nhau (sulfua, oxit, nitrat và silicat) có thể hình thành ở trạng thái lỏng. Sulfua và oxit của các nguyên tố nhóm IIA (Mg, Ca, Sr và Ba) có các pha tinh thể rất giống nhau và các điểm nóng chảy cao. Các nguyên tố nhóm IIA- được biết đến là tạo thành các oxit ổn định ở dạng sắt lỏng; do đó, các mầm cây và chất tạo hạt, dựa trên các nguyên tố này, được biết đến là chất khử oxy hiệu quả. Canxi là nguyên tố vi lượng phổ biến nhất trong các mầm cây ferosilic. Theo sáng chế, hợp kim gốc FeSi dạng hạt bao gồm khoảng 0,02 đến khoảng 8 % khối lượng canxi. Trong một số ứng dụng, sẽ lý tưởng nếu có hàm lượng Ca thấp trong hợp kim gốc FeSi, ví dụ như từ 0,02 đến 0,5 % khối lượng. So với các hợp kim ferosilic mầm cây thông thường có chứa bismut và/hoặc antimon được hợp kim hóa, trong đó canxi được cho là nguyên tố cần thiết để cải thiện hiệu suất bismut (và antimon), không cần canxi cho mục đích hòa tan trong các mầm cây theo sáng chế. Trong các ứng dụng khác, hàm lượng Ca có thể cao hơn, ví dụ như từ 0,5 đến 8 % khối lượng. Mức độ Ca cao có thể làm tăng sự hình thành xỉ, thường là không mong muốn. Nhiều mầm cây bao gồm khoảng 0,5 đến 3 % khối lượng Ca trong hợp kim FeSi. Hợp kim gốc FeSi sẽ bao gồm tới 5 % khối lượng của stronti. Lượng Sr từ 0,2 đến

3 % khối lượng thì thường là phù hợp. Bari có thể có mặt với lượng lên tới khoảng 12 % khối lượng trong hợp kim mầm cấy FeSi. Ba được biết đến là có khả năng có độ bền màu của hiệu ứng gây mầm trong thời gian lưu áp suất nóng chảy kéo dài sau khi ghép mầm, và cho hiệu quả tốt hơn trong phạm vi nhiệt độ rộng hơn. Nhiều mầm cấy hợp kim FeSi bao gồm khoảng 0,1-5 % khối lượng Ba. Nếu bari được sử dụng cùng với canxi, cả hai có thể phối hợp với nhau để làm giảm sự tôi luyện nhiều hơn so với lượng canxi tương đương.

Magiê có thể có mặt với lượng lên tới khoảng 5 % khối lượng trong hợp kim mầm cấy FeSi. Tuy nhiên, vì Mg thường được thêm vào quá trình xử lý sự tạo hạt để sản xuất sắt dẻo, lượng Mg trong mầm cấy có thể thấp, ví dụ như lên đến khoảng 0,1 % khối lượng. So với các hợp kim ferosilic mầm cấy thông thường có chứa bismut được hợp kim hóa, trong đó magiê được coi là nguyên tố cần thiết để ổn định các pha chứa bismut, không cần magiê cho mục đích làm ổn định trong các mầm cấy theo sáng chế.

Hợp kim gốc FeSi có thể bao gồm tới 15 % trọng lượng kim loại đất hiếm (RE). RE bao gồm ít nhất Ce, La, Y và/hoặc mischmetal (hợp kim của các nguyên tố đất hiếm). Mischmetal là hợp kim của các nguyên tố đất hiếm, thường bao gồm khoảng 50 % Ce và 25 % La, với lượng nhỏ Nd và Pr. Gần đây, các kim loại đất hiếm nặng hơn thường được loại bỏ khỏi mischmetal (hợp kim của các nguyên tố đất hiếm), và thành phần hợp kim của mischmetal (hợp kim của các nguyên tố đất hiếm) có thể là khoảng 65 % Ce và khoảng 35 % La, và vi lượng của các kim loại RE nặng hơn, như Nd và Pr. Phụ gia RE thường được sử dụng để khôi phục số lượng hạch kết graphit và sự tạo hạt trong sắt dẻo chứa các nguyên tố có tính phá vỡ như Sb, Pb, Bi, Ti.... Trong một số mầm cấy, lượng RE lên tới 10 % khối lượng. RE dư trong một số trường hợp sẽ dẫn đến sự hình thành graphit phân đoạn. Do đó, trong một số ứng dụng, lượng RE phải thấp hơn, ví dụ như từ 0,1 đến 3 % khối lượng. Tốt nhất RE là Ce và/hoặc La.

Nhôm được báo cáo là có tác dụng mạnh như là chất khử tôi luyện. Al thường được kết hợp với Ca trong các mầm cấy hợp kim FeSi để sản xuất sắt dẻo. Trong sáng chế, hàm lượng Al phải lên tới khoảng 5 % khối lượng, ví dụ như từ 0,1-5 %.

Ziriconi, mangan và/hoặc titan cũng thường có trong mầm cây. Tương tự như các nguyên tố đã đề cập ở trên, Zr, Mn và Ti đóng vai trò quan trọng trong quá trình tạo mầm của graphit, được cho là được hình thành do kết quả của các trường hợp tạo mầm không đồng nhất trong quá trình hóa rắn. Lượng Zr trong hợp kim gốc FeSi có thể lên tới khoảng 10 % khối lượng, ví dụ như lên đến 6 % khối lượng. Lượng Mn trong hợp kim gốc FeSi có thể lên tới khoảng 10 % khối lượng, ví dụ như lên đến 6 % khối lượng. Lượng Ti trong hợp kim gốc FeSi cũng có thể lên tới khoảng 10 % khối lượng, ví dụ như lên đến 6 % khối lượng.

Antimon và bismut được biết là có khả năng gây mầm cao và làm gia tăng số lượng hạt nhân. Tuy nhiên, sự hiện diện của lượng nhỏ các nguyên tố như Sb và/hoặc Bi trong mẻ nóng chảy (còn được gọi là các nguyên tố có tính phá vỡ) có thể làm giảm sự tạo hạt. Hiệu ứng âm này có thể được trung hòa bằng cách sử dụng Ce hoặc kim loại RE khác. Theo sáng chế, lượng Sb_2O_3 dạng hạt nên từ 0,1 đến 15 % khối lượng dựa trên tổng lượng mầm cây. Trong một số phương án, lượng Sb_2O_3 có thể là 0,1-8 % khối lượng. Số lượng hạch kết cao cũng được nhìn thấy khi mầm cây chứa từ 0,2 đến 7 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây, của Sb_2O_3 dạng hạt.

Việc đưa Sb_2O_3 vào cùng với mầm cây hợp kim gốc FeSi là bổ sung chất phản ứng vào hệ thống sẵn có bằng các tạp chất Mg nổi xung quanh trong mẻ nóng chảy và Mg “tự do”. Việc bổ sung mầm cây không phải là phản ứng dữ dội và hiệu suất Bi (Sb/ Sb_2O_3 còn lại trong mẻ nóng chảy) được dự kiến là sẽ cao. Các hạt Sb_2O_3 phải có kích thước hạt nhỏ, tức là kích thước micron (ví dụ, 10-150 μm), dẫn đến sự nóng chảy hoặc hòa tan rất nhanh các hạt Sb_2O_3 khi được đưa vào gang đúc nóng chảy. Các hạt Sb_2O_3 được thuận lợi trộn cơ học/vật lý với hợp kim gốc FeSi dạng hạt, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS, FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng trước khi thêm mầm cây vào gang đúc nóng chảy.

Việc thêm Sb dưới dạng các hạt Sb_2O_3 thay vì hợp kim hóa Sb với hợp kim FeSi mang đến nhiều ưu điểm. Mặc dù Sb là mầm cây mạnh, nhưng oxy và lưu huỳnh cũng có tầm quan trọng đối với hiệu suất của mầm cây. Một ưu điểm khác là khả năng tái sản

xuất tốt và tính linh hoạt của thành phần mầm cây do lượng và độ đồng nhất của Sb_2O_3 dạng hạt trong mầm cây được dễ dàng kiểm soát. Tầm quan trọng của việc kiểm soát lượng mầm cây và có thành phần mầm cây đồng nhất rõ ràng, do thực tế là antimon thường được thêm vào ở mức ppm. Việc thêm vào mầm cây không đồng nhất có thể dẫn đến các lượng nguyên tố gây mầm trong gang đúc. Một ưu điểm khác là việc sản xuất mầm cây có hiệu quả về chi phí hơn so với các phương pháp liên quan đến antimon hợp kim hóa trong hợp kim gốc FeSi.

Lượng Bi_2O_3 dạng hạt, nếu có, nên từ 0,1 đến 15 % khối lượng dựa trên tổng lượng mầm cây. Trong một số phương án, lượng Bi_2O_3 có thể là 0,1-10 % khối lượng. Lượng Bi_2O_3 cũng có thể từ khoảng 0,5 đến khoảng 8 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây. Kích thước hạt của Bi_2O_3 phải là kích thước micron, ví dụ như 1-10 μm .

Việc thêm Bi dưới dạng các hạt Bi_2O_3 , nếu có, thay vì hợp kim hóa Bi với hợp kim FeSi có một số ưu điểm. Bi có độ hòa tan kém trong các hợp kim ferosilic, do đó, hiệu suất của kim loại Bi được thêm vào ferosilic nóng chảy là thấp, và do đó chi phí của mầm cây hợp kim FeSi chứa Bi tăng lên. Hơn nữa, mật độ của nguyên tố Bi cao có thể khó thu được hợp kim đồng nhất trong quá trình đúc và hóa rắn. Một khó khăn khác là bản chất dễ bay hơi của kim loại Bi do nhiệt độ nóng chảy thấp so với các nguyên tố khác trong mầm cây gốc FeSi. Việc thêm Bi dưới dạng oxit, nếu có, cùng với hợp kim gốc FeSi cung cấp mầm cây dễ sản xuất với chi phí sản xuất có thể thấp hơn so với quy trình hợp kim hóa truyền thống, trong đó lượng Bi được dễ dàng kiểm soát và tái sản xuất. Hơn nữa, vì Bi được thêm dưới dạng oxit, nếu có, thay vì hợp kim hóa trong hợp kim FeSi, rất dễ thay đổi thành phần của mầm cây, ví dụ, dành cho chuỗi sản xuất nhỏ hơn. Hơn nữa, mặc dù Bi được biết đến là có khả năng gây mầm cao, nhưng oxy cũng có tầm quan trọng đối với hiệu suất của mầm cây hiện tại, do đó, đề xuất một ưu điểm khác của việc thêm Bi dưới dạng oxit.

Tổng lượng của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, nếu có, nên từ 0,1 đến 5 % khối lượng dựa trên tổng lượng mầm cây. Theo một số phương án, lượng của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp của chúng có thể là 0,5-3 % khối lượng. Lượng của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp

của chúng cũng có thể từ khoảng 0,8 đến khoảng 2,5 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng mầm cây. Các sản phẩm oxit sắt thương mại dành cho các ứng dụng công nghiệp, như trong lĩnh vực luyện kim, có thể có thành phần bao gồm các loại hợp chất và các loại pha oxit sắt khác nhau. Các loại oxit sắt chính là Fe_3O_4 , Fe_2O_3 và/hoặc FeO (bao gồm các pha oxit hỗn hợp khác của Fe^{II} và Fe^{III} ; các oxit sắt (II, III)), tất cả đều có thể được sử dụng trong mầm cây theo sáng chế. Các sản phẩm oxit sắt thương mại dành cho các ứng dụng công nghiệp có thể chứa các lượng nhỏ (không đáng kể) các oxit kim loại khác dưới dạng tạp chất.

Tổng lượng của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, nếu có, phải từ 0,1 đến 5 % khối lượng dựa trên tổng lượng mầm cây. Theo một số phương án, lượng của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng có thể là 0,5-3 % khối lượng. Lượng của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng cũng có thể là từ khoảng 0,8 đến khoảng 2,5 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây. Các sản phẩm sulfua sắt thương mại dành cho ứng dụng công nghiệp, như trong lĩnh vực luyện kim, có thể có thành phần bao gồm các loại hợp chất và các loại pha sulfua sắt khác nhau. Các loại sulfua sắt chính là FeS , FeS_2 và/hoặc Fe_3S_4 (sulfua sắt (II, III); FeS Fe_2S_3), bao gồm các pha không theo tỷ lệ của FeS ; Fe_{1+x}S ($x > 0$ đến 0,1) và Fe_{1-y}S ($y > 0$ đến 0,2), tất cả những gì có thể được sử dụng trong mầm cây theo sáng chế. Sản phẩm sulfua sắt thương mại dành cho các ứng dụng công nghiệp có thể chứa lượng nhỏ (không đáng kể) các sulfua kim loại khác dưới dạng tạp chất.

Một trong những mục đích của việc thêm một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng vào gang đúc nóng chảy là cố ý thêm oxy và lưu huỳnh vào mẻ nóng chảy để góp phần làm tăng số lượng hạch kết.

Cần hiểu rằng tổng lượng các hạt Sb_2O_3 và bất kỳ Bi oxit, và/hoặc Fe oxit/sulfua dạng hạt đã nêu nào, nếu có, phải lên tới khoảng 20 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây. Cũng nên hiểu rằng thành phần của hợp kim gốc FeSi có thể thay đổi trong phạm vi được xác định và chuyên gia trong ngành sẽ biết rằng, số lượng các nguyên tố hợp kim hóa bổ sung lên tới 100 %. Có tồn tại nhiều hợp kim mầm cây gốc

FeSi thông thường, và chuyên gia trong ngành sẽ biết cách thay đổi thành phần gốc FeSi dựa trên các hợp kim này.

Tỷ lệ bổ sung mầm cấy theo sáng chế vào gang đúc nóng chảy thường từ khoảng 0,1 đến 0,8 % khối lượng. Chuyên gia trong ngành sẽ điều chỉnh tỷ lệ bổ sung này tùy vào cấp độ của các nguyên tố, ví dụ như mầm cấy có Bi và/hoặc Sb cao thường sẽ cần tỷ lệ bổ sung thấp hơn.

Mầm cấy hiện tại được sản xuất bằng cách cung cấp hợp kim gốc FeSi dạng hạt có thành phần như được xác định trong tài liệu này, và thêm Sb_2O_3 dạng hạt vào hợp kim gốc dạng hạt đã nêu, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều hạt FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng để tạo ra mầm cấy hiện tại. Các hạt Sb_2O_3 và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng có thể được trộn cơ học/vật lý với các hạt hợp kim gốc FeSi. Có thể sử dụng bất kỳ máy trộn thích hợp nào để trộn/pha trộn vật liệu dạng bột và/hoặc dạng hạt. Việc trộn có thể được thực hiện với sự có mặt của chất liên kết phù hợp, tuy nhiên cần lưu ý rằng sự có mặt chất liên kết là không bắt buộc. Các hạt Sb_2O_3 và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng cũng có thể được pha trộn với các hạt hợp kim gốc FeSi, cung cấp mầm cấy được trộn đồng nhất. Việc pha trộn các hạt Sb_2O_3 và bột sulfua/oxit bổ sung đã nêu với các hạt hợp kim gốc FeSi có thể tạo thành lớp phủ ổn định trên các hạt hợp kim gốc FeSi. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng việc trộn và/hoặc pha trộn các hạt Sb_2O_3 và bất kỳ oxit/sulfua dạng hạt đã nêu nào khác với hợp kim gốc FeSi dạng hạt thì không bắt buộc để đạt được hiệu ứng gây mầm. Hợp kim gốc FeSi dạng hạt, các hạt Sb_2O_3 và bất kỳ oxit/sulfua dạng hạt đã nêu nào có thể được thêm vào riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc dạng lỏng. Mầm cấy cũng có thể được thêm vào dưới dạng mầm cấy trong khuôn. Các hạt mầm cấy của hợp kim FeSi, các hạt Sb_2O_3 và bất kỳ Bi oxit và/hoặc Fe oxit/sulfua dạng hạt đã nêu nào, nếu có, cũng có thể được tạo thành các khối kết tụ hoặc than bánh theo các phương pháp thường được biết đến.

Các ví dụ sau đây cho thấy rằng việc bổ sung các hạt Sb_2O_3 và ít nhất một Bi_2O_3 và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 hoặc hỗn hợp của chúng cùng với các hạt hợp kim gốc FeSi dẫn đến tăng mật độ số hạch kết khi mầm cây được thêm vào gang đúc so với mầm cây theo tình trạng kỹ thuật trước đây trong WO 99/29911. Số lượng hạch kết cao hơn giúp giảm lượng mầm cây cần thiết để đạt được hiệu ứng gây mầm mong muốn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tất cả các mẫu thí nghiệm được phân tích liên quan đến cấu trúc vi mô để xác định mật độ hạch kết. Cấu trúc vi mô đã được kiểm tra trong một thanh kéo từ mỗi thí nghiệm theo ASTM E2567-2016. Giới hạn hạt được đặt $>10 \mu\text{m}$. Các mẫu kéo được đúc $\varnothing 28 \text{ mm}$ trong các khuôn tiêu chuẩn theo ISO 1083 - 2004, được cắt và điều chế theo thông lệ tiêu chuẩn để phân tích cấu trúc vi mô trước khi tiến hành đánh giá bằng phần mềm phân tích hình ảnh tự động. Mật độ hạch kết (cũng là mật độ số hạch kết được biểu thị) là số lượng hạch kết (cũng là số lượng hạch kết được biểu thị) trên từng mm^2 , viết tắt là N/mm^2 .

Ôxít sắt được sử dụng trong các ví dụ sau, là ôxít sắt từ thương mại (Fe_3O_4) có đặc điểm kỹ thuật (được cung cấp bởi nhà sản xuất); $\text{Fe}_3\text{O}_4 > 97,0 \%$; $\text{SiO}_2 < 1,0 \%$. Ôxít sắt từ thương mại có thể bao gồm các dạng oxit sắt khác, chẳng hạn như Fe_2O_3 và FeO . Tạp chất chính trong ôxít sắt từ thương mại là SiO_2 , như đã chỉ ra ở trên.

Sulfua sắt được sử dụng trong các ví dụ sau đây, là sản phẩm FeS thương mại. Phân tích về sản phẩm thương mại đã chỉ báo sự hiện diện của các hợp chất/pha sulfua sắt khác ngoài FeS và các tạp chất thông thường với lượng không đáng kể.

Ví dụ 1

Ba thí nghiệm ghép mầm được thực hiện trên một gàu của gang đúc nóng chảy nặng 275 kg được xử lý bằng magiê bằng cách thêm hợp kim tạo hạt MgFeSi 1,05 % khối lượng trong gàu xử lý có nắp đầy thùng trung gian. 0,9 % khối lượng phoi thép được sử dụng làm vỏ. Hợp kim tạo hạt MgFeSi có thành phần theo % khối lượng như sau: 46,2 % Si; 5,85 %

Mg; 1,02 % Ca; 0,92 % RE; 0,74 % Al; cân bằng là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Ba mầm cây khác nhau đã được sử dụng. Ba mầm cây này bao gồm hợp kim ferrosilic, mầm cây A, chứa, theo % khối lượng: 74,2 % Si; 0,97 % Al; 0,78 % Ca; 1,55 % Ce, phần còn lại là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường. Thêm 1,2 % khối lượng Sb_2O_3 và 1 % khối lượng FeS ở dạng hạt vào một phần của mầm cây A và trộn cơ học để cung cấp mầm cây theo sáng chế. Thêm 1,2 % khối lượng Sb_2O_3 , 1 % khối lượng FeS và 2 % khối lượng Fe_3O_4 vào một phần khác của mầm cây A và trộn cơ học để cung cấp mầm cây theo sáng chế. Thêm 1 % khối lượng FeS và 2 % khối lượng Fe_3O_4 vào một phần khác của mầm cây A và trộn cơ học. Đây là mầm cây theo WO 99/29911.

Nhiệt độ xử lý MgFeSi là 1550 °C và nhiệt độ rót là 1387 - 1355 °C. Thời gian lưu áp từ khi đổ đầy gàu rót đến lúc rót là 1 phút trong tất cả các thí nghiệm. Các mầm cây đã được thêm vào các mẻ gang đúc nóng chảy với lượng 0,2 % khối lượng.

Thành phần hóa học của gang đúc cuối cùng cho tất cả các phương pháp xử lý nằm trong khoảng 3,5-3,7 % khối lượng C; 2,3-2,5 % khối lượng Si; 0,29-0,33 % khối lượng Mn; 0,009-0,011 % khối lượng S; 0,04-0,05 % khối lượng Mg.

Bảng 1 cho thấy tổng quan về các mầm cây đã sử dụng. Lượng oxit antimon, oxit sắt và sulfua sắt là tỷ lệ phần trăm của hợp chất sulfua/oxit dựa trên tổng khối lượng của các mầm cây.

Bảng 1. Thành phần mầm cây.

	Mầm cây gốc	Tỷ lệ bổ sung (% khối lượng)			Tham chiếu
		FeS	Fe_3O_4	Sb_2O_3	
Mẻ nóng chảy W	Mầm cây A	1 %	2 %	-	Tình trạng kỹ thuật trước đây
	Mầm cây A	1 %	-	1,2 %	Mầm cây A+Sb ₂ O ₃ /FeS
	Mầm cây A	1 %	2 %	1,2 %	Mầm cây A+Sb ₂ O ₃ /FeS/Fe ₃ O ₄

Các kết quả được hiển thị trong Hình 1. Như có thể thấy trong Hình 1, kết quả cho thấy xu hướng đáng kể là các loại gang đúc được xử lý bằng Sb_2O_3 chứa mầm cây có mật độ số hạch kết cao hơn so với các mẻ gang đúc nóng chảy tương tự được xử lý bằng mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây.

Ví dụ 2

Hai thí nghiệm ghép mầm được thực hiện trên một gàu của gang đúc nóng chảy nặng 275 kg được xử lý bằng magiê bằng cách thêm hợp kim tạo hạt MgFeSi 1,2-1,25 % khối lượng trong gàu xử lý có nắp đậy thùng trung gian. 0,9 % khối lượng phoi thép được sử dụng làm vỏ. Hợp kim tạo hạt MgFeSi có thành phần theo % khối lượng như sau: 46 % Si; 4,33 % Mg; 0,69 % Ca; 0,44 % RE; 0,44 % Al; cân bằng là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Hai mầm cây khác nhau đã được sử dụng. Hai mầm cây bao gồm hợp kim ferosilic, mầm cây A, có cùng thành phần như được chỉ định trong ví dụ 1. Thêm 1,2 % khối lượng Sb_2O_3 và 1,11 % khối lượng Bi_2O_3 ở dạng hạt vào một phần của mầm cây A và trộn cơ học để cung cấp mầm cây của sáng chế. Thêm 1 % khối lượng FeS và 2 % khối lượng Fe_3O_4 vào một phần khác của mầm cây A và trộn cơ học. Đây là mầm cây theo WO 99/29911.

Nhiệt độ xử lý MgFeSi là 1500 °C và nhiệt độ rót là 1398 - 1392 °C. Thời gian lưu áp từ khi đổ đầy gàu rót đến lúc rót là 1 phút trong tất cả các thí nghiệm. Các mầm cây đã được thêm vào các mẻ gang đúc nóng chảy với lượng 0,2 % khối lượng.

Thành phần hóa học của gang đúc cuối cùng cho tất cả các phương pháp xử lý nằm trong khoảng 3,5-3,7 % khối lượng C; 2,3-2,5 % khối lượng Si; 0,29-0,33 % khối lượng Mn; 0,009-0,011 % khối lượng S; 0,04-0,05 % khối lượng Mg.

Bảng 2 cho thấy tổng quan về các mầm cây đã sử dụng. Lượng oxit antimon, oxit bismut, oxit sắt và sắt sulfua dựa trên tổng khối lượng của các mầm cây.

Bảng 2. Thành phần mầm cây.

	Mầm cây gốc	Tỷ lệ bổ sung (% khối lượng)				Tham chiếu
		FeS	Fe ₃ O ₄	Sb ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	
Mẻ nóng chảy X	Mầm cây A	1 %	2 %	-		Tình trạng kỹ thuật trước đây
	Mầm cây A			1,2 %	1,11 %	Sb ₂ O ₃ + Bi ₂ O ₃ (Sáng chế)

Các kết quả được hiển thị trong Hình 2. Như có thể thấy trong Hình 2, kết quả cho thấy xu hướng đáng kể là các loại gang đúc được xử lý bằng Sb₂O₃ và Bi₂O₃ chứa mầm cây có mật độ số hạch kết cao hơn so với các mẻ gang đúc nóng chảy tương tự được xử lý bằng mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây.

Ví dụ 3

Hai thí nghiệm ghép mầm được thực hiện trên một gàu của gang đúc nóng chảy nặng 275 kg được xử lý bằng magiê bằng cách thêm hợp kim tạo hạt MgFeSi 1,25 % khối lượng trong gàu xử lý có nắp đậy thùng trung gian. Hợp kim tạo hạt MgFeSi có thành phần theo khối lượng như sau: 46 % khối lượng Si; 4,33 % khối lượng Mg; 0,69 % khối lượng Ca; 0,44 % khối lượng RE; 0,44 % khối lượng Al, cân bằng là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Hai mầm cây khác nhau đã được sử dụng. Mầm cây thứ nhất (theo sáng chế) bao gồm hợp kim ferosilic, mầm cây B, chứa 68,2 % khối lượng Si; 0,93 % khối lượng Al; 0,95 % khối lượng Ca; 0,94 % khối lượng Ba, còn lại là sắt và các tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường. Thêm 1,2 % khối lượng Sb₂O₃ và 1,11 % khối lượng Bi₂O₃ ở dạng hạt vào một phần của mầm cây B và trộn cơ học để cung cấp mầm cây theo sáng chế. Mầm cây thứ hai bao gồm hợp kim ferosilic, mầm cây A, có cùng thành phần như được chỉ định trong ví dụ 1. Thêm 1 % khối lượng FeS và 2 % khối lượng Fe₃O₄ vào một phần của mầm cây A và trộn cơ học. Đây là mầm cây theo WO 99/29911.

Nhiệt độ xử lý MgFeSi là 1500 °C và nhiệt độ rót là 1390 - 1362 °C. Thời gian lưu áp từ khi đổ đầy gàu rót đến lúc rót là 1 phút trong tất cả các thí nghiệm. Các mầm cây đã được thêm vào các mẻ gang đúc nóng chảy với lượng 0,2 % khối lượng.

Thành phần hóa học của gang đúc cuối cùng cho tất cả các phương pháp xử lý nằm trong khoảng 3,5-3,7 % khối lượng C; 2,3-2,5 % khối lượng Si; 0,29-0,33 % khối lượng Mn; 0,009-0,011 % khối lượng S; 0,04-0,05 % khối lượng Mg.

Bảng 3 cho thấy tổng quan về các mầm cây đã sử dụng. Lượng oxit antimon, oxit bismut, oxit sắt và sắt sulfua dựa trên tổng khối lượng của các mầm cây.

Bảng 3. Thành phần mầm cây.

	Mầm cây gốc	Tỷ lệ bổ sung (% khối lượng)				Tham chiếu
		FeS	Fe ₃ O ₄	Sb ₂ O ₃	Bi ₂ O ₃	
Mẻ nóng chảy AG	Mầm cây A	1 %	2 %	-		Tình trạng kỹ thuật trước đây
	Mầm cây B			1,2 %	1,11 %	Mầm cây B+Sb ₂ O ₃ /Bi ₂ O ₃

Các kết quả được hiển thị trong Hình 3. Như có thể thấy trong Hình 3, kết quả cho thấy xu hướng đáng kể là các loại gang đúc được xử lý bằng Sb₂O₃ và Bi₂O₃ chứa mầm cây có mật độ số hạch kết cao hơn so với mẻ gang đúc nóng chảy tương tự được xử lý bằng mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây.

Ví dụ 4

Mẻ nóng chảy nặng 275 kg được sản xuất và xử lý bằng 1,20-1,25 % khối lượng chất tạo hạt MgFeSi trong gàu có nắp đầy thùng trung gian. Hợp kim tạo hạt MgFeSi có thành phần theo khối lượng như sau: 4,33 % khối lượng Mg; 0,69 % khối lượng Ca; 0,44 % khối lượng RE; 0,44 % khối lượng Al; 46 % khối lượng Si; cân bằng là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường. 0,7 % khối lượng phoi thép được sử dụng làm vỏ. Tỷ lệ bổ sung cho tất cả các mầm cây là 0,2 % khối lượng được thêm vào mỗi gàu rót. Nhiệt độ xử lý chất tạo hạt là 1500 °C và nhiệt độ rót là 1373 - 1353 °C. Thời gian lưu áp từ khi đổ đầy gàu rót đến lúc rót là 1 phút trong tất cả các thí nghiệm. Các mẫu kéo được đúc Ø28 mm trong các khuôn chuẩn, được cắt và điều chế theo thông lệ tiêu chuẩn trước khi đánh giá bằng cách sử dụng phần mềm phân tích hình ảnh tự động.

Mầm cây có thành phần hợp kim FeSi gốc 74,2 % khối lượng Si; 0,97 % khối lượng Al; 0,78 % khối lượng Ca; 1,55 % khối lượng Ce, phần còn lại là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, được biểu thị trong tài liệu này là mầm cây A. Hỗn hợp oxit bismut và oxit antimon của thành phần được chỉ ra trong Bảng 4 đã được thêm vào các hạt hợp kim FeSi gốc (mầm cây A) và trộn cơ học để thu được hỗn hợp đồng nhất.

Sắt cuối cùng có thành phần hóa học là 3,74 % khối lượng C; 2,37 % khối lượng Si; 0,20 % khối lượng Mn; 0,011 % khối lượng S; 0,037 % khối lượng Mg. Tất cả các phân tích đều nằm trong giới hạn được đặt ra trước khi tiến hành thí nghiệm.

Lượng Bi_2O_3 và Sb_2O_3 dạng hạt được thêm vào mầm cây hợp kim gốc FeSi A được hiển thị trong Bảng 4, cùng với các mầm cây theo tình trạng kỹ thuật trước đây. Lượng Bi_2O_3 , Sb_2O_3 , FeS và Fe_3O_4 dựa trên tổng khối lượng mầm cây trong tất cả các thí nghiệm.

Bảng 4. Thành phần mầm cây.

Gốc mầm cây	Tỷ lệ bổ sung (% khối lượng)				Tham chiếu
	FeS	Fe_3O_4	Sb_2O_3	Bi_2O_3	
Mầm cây A	1	2	-	-	Tình trạng kỹ thuật trước đây
Mầm cây A	-	-	5	5	Mầm cây A + $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{Sb}_2\text{O}_3$

Hình 4 cho thấy mật độ hạch kết trong gang đúc từ các thí nghiệm ghép mầm. Kết quả cho thấy xu hướng đáng kể là Bi_2O_3 , Sb_2O_3 chứa mầm cây có mật độ hạch kết cao hơn nhiều so với mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây. Sự phân tích nhiệt (không được trình bày trong tài liệu này) cho thấy xu hướng rõ ràng là TElow cao hơn đáng kể trong các mẫu được gây mầm bằng Bi_2O_3 , Sb_2O_3 chứa mầm cây so với mầm cây của tình trạng kỹ thuật trước đây.

Khi các phương án khác nhau của sáng chế được mô tả, những người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật sẽ biết rằng các phương án khác kết hợp các khái niệm có thể được sử dụng. Những ví dụ này và các ví dụ khác của sáng chế được minh họa ở trên

và trong các bản vẽ kèm theo chỉ nhằm mục đích ví dụ và phạm vi thực tế của sáng chế sẽ được xác định từ các yêu cầu bảo hộ sau.

Yêu cầu bảo hộ

1. Màng cấy để sản xuất gang đúc với graphit dạng cầu, màng cấy này bao gồm hợp kim ferosilic dạng hạt bao gồm
 - từ 40 đến 80 % khối lượng Si;
 - 0,02-8 % khối lượng Ca;
 - 0-5 % khối lượng Sr;
 - 0-12 % khối lượng Ba;
 - 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm;
 - 0-5 % khối lượng Mg;
 - 0,05-5 % khối lượng Al;
 - 0-10 % khối lượng Mn;
 - 0-10 % khối lượng Ti;
 - 0-10 % khối lượng Zr;
 trong đó màng cấy đã nêu có chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của màng cấy:
 - 0,1 đến 15 % Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một trong số: từ 0,1 đến 15 % Bi_2O_3 dạng hạt, từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, hoặc từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, phần còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.
2. Màng cấy theo điểm 1, trong đó hợp kim ferosilic bao gồm từ 45 đến 60 % khối lượng Si.
3. Màng cấy theo điểm 1, trong đó hợp kim ferosilic bao gồm từ 60 đến 80 % khối lượng Si.
4. Màng cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó các kim loại đất hiếm bao gồm Ce, La, Y và/hoặc mischmetal (hợp kim của các nguyên tố đất hiếm).

5. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy bao gồm từ 0,5 đến 8 % khối lượng của Sb_2O_3 dạng hạt.
6. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy bao gồm từ 0,1 đến 10 % Bi_2O_3 dạng hạt.
7. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy bao gồm từ 0,5 đến 3 % của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc từ 0,5 đến 3 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.
8. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó tổng lượng Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng lên đến 20 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cấy.
9. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy ở dạng pha trộn hoặc hỗn hợp vật lý của hợp kim ferosilic dạng hạt, Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.
10. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, có mặt dưới dạng các hợp chất phủ trên hợp kim gốc ferosilic dạng hạt.
11. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy ở dạng khối kết tụ được tạo ra từ hỗn hợp của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.

12. Mầm cây theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cây ở dạng than bánh được tạo ra từ hỗn hợp của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng.

13. Mầm cây theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt, và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng được thêm riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc dạng lỏng.

14. Phương pháp sản xuất mầm cây theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13 bao gồm bước:

tạo ra hợp kim gốc dạng hạt bao gồm

từ 40 đến 80 % khối lượng Si,

0,02-8 % khối lượng Ca;

0-5 % khối lượng Sr;

0-12 % khối lượng Ba;

0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm;

0-5 % khối lượng Mg;

0,05-5 % khối lượng Al;

0-10 % khối lượng Mn;

0-10 % khối lượng Ti;

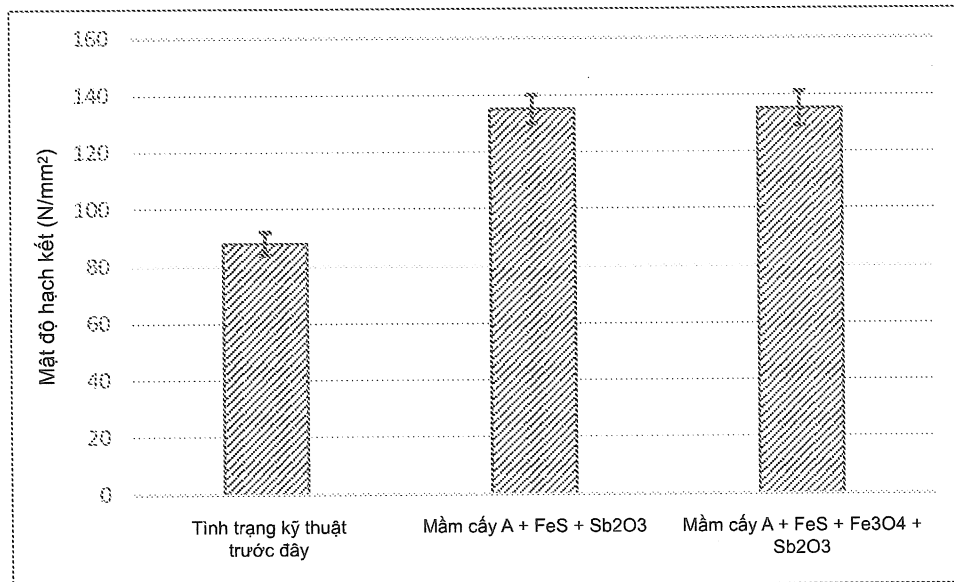
0-10 % khối lượng Zr;

phần còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, và thêm vào hợp kim gốc dạng hạt này, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây:

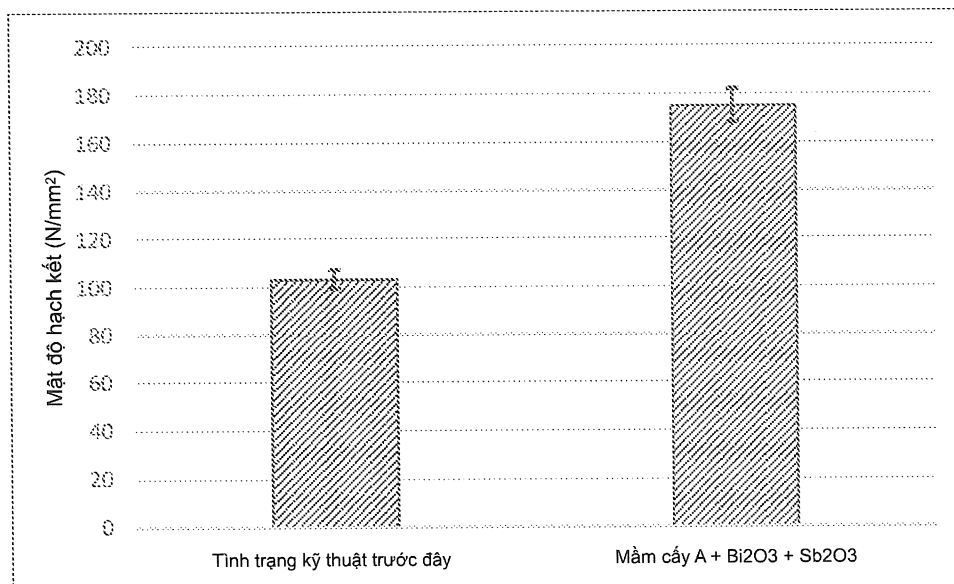
0,1 đến 15 % Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một trong số từ 0,1 đến 15 % Bi_2O_3 dạng hạt, từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, hoặc từ 0,1 đến 5 % của một hoặc nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng để tạo ra mầm cây.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng được trộn hoặc pha trộn với hợp kim gốc dạng hạt.

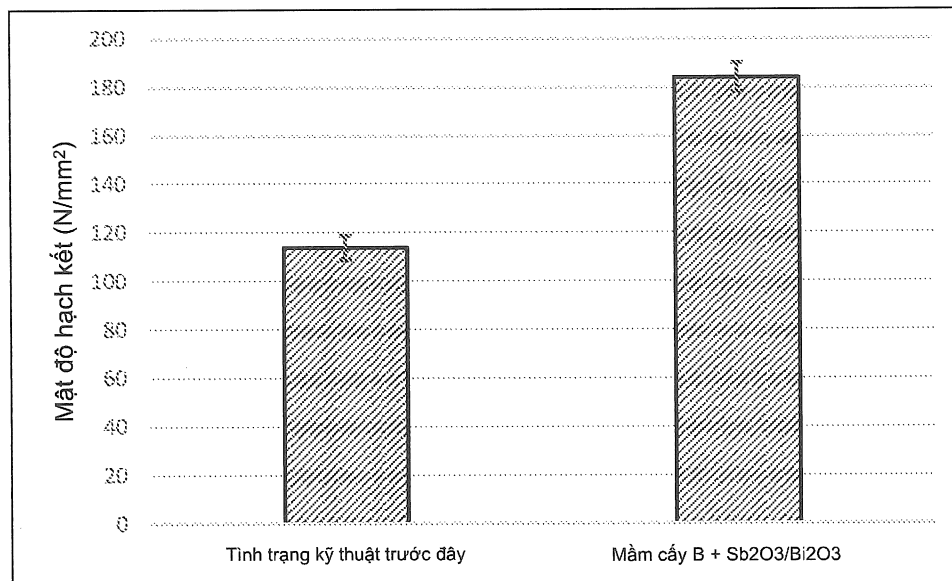
16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó Sb_2O_3 dạng hạt và ít nhất một Bi_2O_3 dạng hạt, và/hoặc một hay nhiều Fe_3O_4 , Fe_2O_3 , FeO dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng, và/hoặc một hay nhiều FeS , FeS_2 , Fe_3S_4 dạng hạt hoặc hỗn hợp của chúng được trộn trước khi trộn với hợp kim gốc dạng hạt.



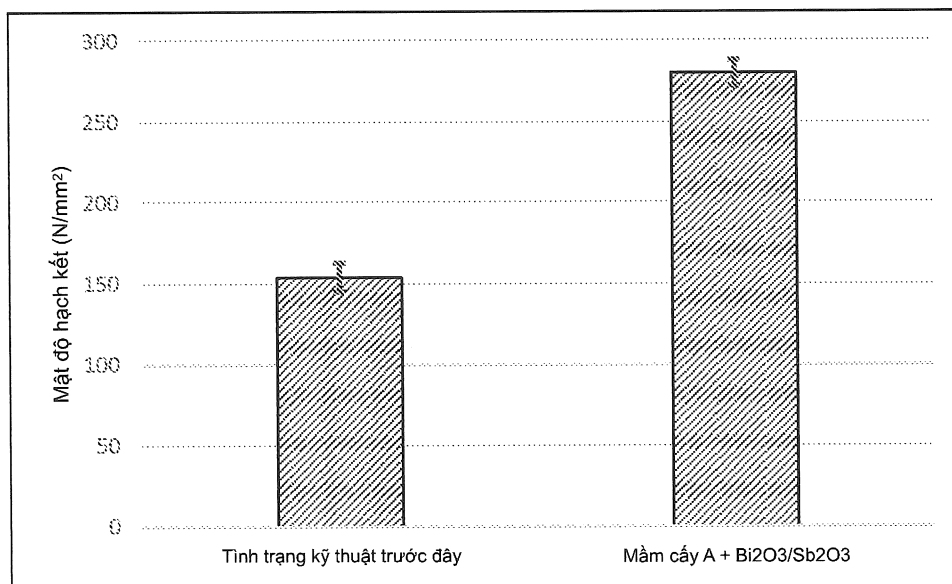
HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3



HÌNH 4