



(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)



1-0040247

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

(13) B

(21) 1-2020-04305

(22) 21/12/2018

(86) PCT/NO2018/050328 21/12/2018

(87) WO 2019/132672 04/07/2019

(30) 20172065 29/12/2017 NO

(45) 25/06/2024 435

(43) 25/12/2020 393

(73) ELKEM ASA (NO)

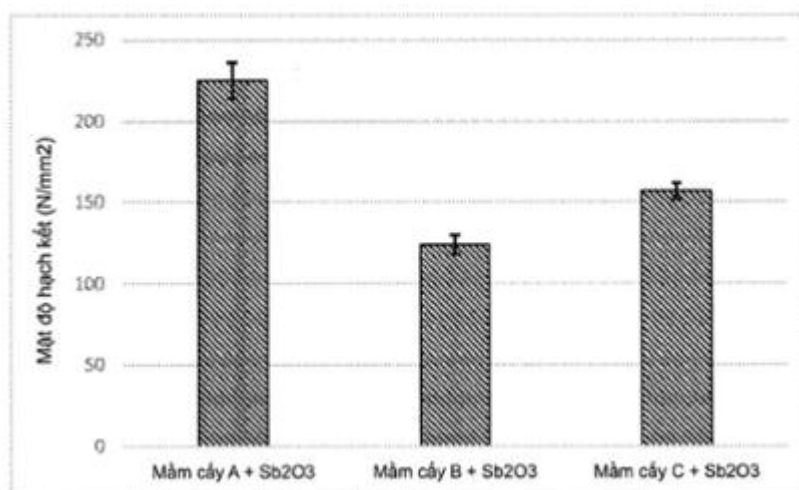
Drammensveien 169, 0277 OSLO, Norway

(72) KNUSTAD, Oddvar (NO).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

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

(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 bao gồm khoảng 40 đến 80 % khối lượng Si; 0,02-10 % khối lượng Ca; 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm; 0-5 % khối lượng Al; 0-5 % khối lượng Sr; 0-5 % khối lượng Mg; 0-12 % khối lượng Ba; 0-10 % khối lượng Zr; 0-10 % khối lượng Ti; 0-10 % khối lượng Mn; trong đó ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti chiếm ít nhất 0,05 % khối lượng, lượng còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, trong đó mầm cây này chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cây: 0,1 đến 15 % khối lượng Sb_2O_3 dạng hạt, và phương pháp sản xuất 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 hoá 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 sự hợp kim hóa với các nguyên tố hoạt hóa cacbua hơn như Cr, Mn, V, Mo.... và thành của sản phẩm đúc mỏng hơn cũng như thiết kế của sản phẩm đúc nhẹ hơn. Do đó, cần phải liên tục phát triển các mầm cấy 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 cấy 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 cấy 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 cấy 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 ferosilic và có lẽ hợp kim ferosilic 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 cấy, và được thêm vào gang đúc dưới dạng hợp kim ferosilic 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 cấy. Bằng các đặc tính tạo mầm, người ta hiểu số lượng nhân được hình thành bởi mầm cấy. 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 phai 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 cấy 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.

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 % khối lượng Sb. Đơn xin cấp bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2015/0284830 đề cập ở trên cho thấy 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 and 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 and CaSiO₃, CeO₂, ZrO₂. Các sunfua kim loại ưu tiên được chọn từ nhóm bao gồm FeS, FeS₂, MnS, MgS, CaS and CuS.

Từ bằng sáng chế Hoa Kỳ số 2016/0047008, người ta đã biết đến mầm cây 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 cây 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.

Vì vậy, mong muốn có thể cung cấp mầm cây hiệu suất cao giúp hình thành số lượng lớn hạt nhân, dẫn đến mật độ số lượng hạch kết graphit cao. Mong muốn khác nữa là cung cấp mầm cây có thể giúp có độ bền phai màu của hiệu ứng gây mầm trong thời gian lưu áp sắt nóng chảy kéo dài sau khi ghép mầm. Một mong muốn khác là có thể cung cấp mầm cây gốc FeSi chứa antimon mà không mang nhược điểm của tình trạng kỹ thuật trước đây. 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

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 này bao gồm hợp kim ferosilic dạng hạt chứa từ khoảng 40 đến 80 % khối lượng Si; 0,02-10 % khối lượng Ca; 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm; 0-5 % khối lượng Al; 0-5 % khối lượng Sr; 0-5 % khối lượng Mg; 0-12 % khối lượng Ba; 0-10 % khối lượng Zr; 0-10 % khối lượng Ti; 0-10 % khối lượng Mn; sự lượng còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, trong đó ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti có lượng ít nhất 0,05 %

khối lượng và trong đó mầm cấy này chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cấy: 0,1 đến 15 % khối lượng của Sb_2O_3 dạng hạt.

Theo một phương án, hợp kim ferosilic bao gồm từ 45 % đến 60 % khối lượng Si. Theo phương án khác của mầm cấy, 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 0,02 đến 5 % khối lượng Ca. Trong phương án khác, 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, ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti có số lượng ít nhất là 0,1 % khối lượng.

Theo một phương án, mầm cấy bao gồm từ 0,5 đến 10 % Sb_2O_3 dạng hạt.

Theo một phương án, mầm cấy ở dạng pha trộn hoặc hỗn hợp cơ học/vật lý của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt.

Theo một phương án, Sb_2O_3 dạng hạt có mặt dưới dạng hợp chất phủ trên hợp kim dựa trên hợp kim gốc ferosilic dạng hạt.

Theo một phương án, Sb_2O_3 dạng hạt được trộn hoặc pha trộn cơ học hoặc pha trộn 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 làm từ hỗn hợp của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt, 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 Sb_2O_3 dạng hạt, với sự có mặt của chất liên kết.

Theo một phương án, hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt được thêm riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc dạng lỏng.

Theo phương án thứ hai, sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất mầm cấy theo sáng chế, phương pháp này bao gồm bước: cung cấp hợp kim gốc dạng hạt bao gồm từ 40 đến 80 % khối lượng Si; 0,02-10 % 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; 0-5 % khối lượng Al; 0-10 % khối lượng Mn; 0-10 % khối lượng Ti; 0-10 % khối lượng Zr; sự lượng còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, trong đó ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti chiếm ít nhất 0,05 % khối lượng, và trong đó mầm cấy này được chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cấy: 0,1 đến 15 % khối lượng của Sb_2O_3 dạng hạt để tạo ra mầm cấy đã nêu.

Theo một phương án của phương pháp, Sb_2O_3 dạng hạt 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 được trộn hoặc pha trộn cơ học với hợp kim gốc dạng hạt có chất liên kết. Theo phương án khác của phương pháp, hợp kim gốc dạng hạt được trộn hoặc pha trộn cơ học và Sb_2O_3 dạng hạt, có chất liên kết, được tiếp tục tạo thành các khối kết tụ hoặc than bánh.

Theo phương án khác, sáng chế đề cập 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 sử dụng mầm cây, hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt được bổ sung dưới dạng hỗn hợp hoặc pha trộn cơ học/vật lý vào gang đúc nóng chảy.

Theo một phương án của việc sử dụng chế phẩm, hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt được thêm vào 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 AJ trong ví dụ 1.

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

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, trong đó có ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti, chiếm ít nhất 0,05 % khối lượng, được kết hợp với oxit antimon dạng hạt (Sb_2O_3). Mầm cây theo sáng chế thì dễ sản xuất, dễ kiểm soát cũng như thay đổi lượng Sb trong mầm cây. Các bước hợp kim hóa phức tạp và tốn kém không được áp dụng, 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 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 dành cho các nguyên tố hoạt động, giúp 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 0,02-10 % 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 0-5 % khối lượng Al; khoảng 0-10 % khối lượng Mn; khoảng 0-10 % khối lượng Ti; khoảng 0-10 % khối lượng Zr; và lượng còn lại là Fe và các tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, trong đó ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti chiếm ít nhất khoảng 0,05 %, ví dụ khoảng 0,1 % khối lượng.

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 theo 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 được trộn với hợp kim ferosilic dạng hạt bằng cách trộn hoặc pha trộn cơ học, có chất liên kết, sau đó 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 giúp 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 10 % khối lượng canxi. Trong một số ứng dụng, hàm lượng Ca thấp trong hợp kim gốc FeSi được kỳ vọng, ví dụ như từ 0,02 đến 0,5 % khối lượng. Trong các ứng dụng khác, hàm lượng Ca có thể cao hơn, ví dụ như từ 0,5 đến 5 % 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 cây FeSi. Ba được biết đến là có độ bền phai 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 cây 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 cây 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 cây có thể thấp, ví dụ như lên đến khoảng 0,1 % khối lượng.

Hợp kim gốc FeSi có thể bao gồm tới 15 % khối 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, 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 vết của 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 cây, 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 cây hợp kim FeSi để sản xuất sắt dẻo. Theo sáng chế, hàm lượng Al phải lên tới khoảng 5 % khối lượng, ví dụ như từ 0,1 đến 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 được biết đến là có khả năng gây mầm cao và làm gia tăng số lượng hạt nhân. Tuy nhiên, sự hiện diện của các lượng nhỏ Sb trong mẻ nóng chảy (còn được gọi là 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 cấy. Theo một số phương án, lượng Sb_2O_3 có thể là 0,5-10 % khối lượng. Kết quả tốt cũng được quan sát thấy khi lượng Sb_2O_3 từ khoảng 0,5 đến khoảng 3,5 % khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của mầm cấy. Các hạt Sb_2O_3 phải có kích thước hạt nhỏ, tức là kích thước micron, ví dụ như 10-150 μm , khiến các hạt Sb_2O_3 nhanh chóng nóng chảy và/hoặc hòa tan khi được đưa vào gang đúc nóng chảy.

Việc bổ sung Sb dưới dạng các hạt Sb_2O_3 thay vì hợp kim hóa Sb với hợp kim FeSi sẽ mang lại nhiều ưu điểm. Mặc dù Sb là mầm cấy mạnh, nhưng oxy cũng có tầm quan trọng đối với hiệu suất của mầm cấy. Một ưu điểm khác là khả năng tái sản xuất tốt và tính linh hoạt của thành phần mầm cấy do lượng và độ đồng nhất của Sb_2O_3 dạng hạt trong mầm cấy được dễ dàng kiểm soát. Tầm quan trọng của việc kiểm soát lượng mầm cấy và có thành phần mầm cấy đồng nhất rõ ràng, do thực tế là antimon thường được thêm vào ở mức ppm. Việc thêm vào mầm cấy 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 cấy có hiệu quả về chi phí hơn so với các phương pháp liên quan đến antimon hợp kim hóa trong hợp kim gốc FeSi.

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

Tỷ lệ bổ sung mầm cây 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 cây có Sb cao thường sẽ cần tỷ lệ bổ sung thấp hơn.

Mầm cây hiện tại được sản xuất bằng cách cung cấp hợp kim gốc FeSi có thành phần như được định nghĩa trong tài liệu này, và thêm Sb_2O_3 dạng hạt vào gốc dạng hạt đã nêu để tạo ra mầm cây hiện tại. Các hạt Sb_2O_3 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 cũng có thể được pha trộn với các hạt hợp kim gốc FeSi, cung cấp mầm cây hỗn hợp đồng nhất. Việc pha trộn các hạt Sb_2O_3 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 với hợp kim gốc FeSi dạng hạt là không bắt buộc để đạt được hiệu ứng gây mầm. Hợp kim gốc FeSi dạng hạt và các hạt Sb_2O_3 có thể được thêm riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc dạng lỏng. Mầm cây cũng có thể được thêm vào dưới dạng mầm cây trong khuôn. Các hạt mầm cây của hợp kim FeSi và các hạt Sb_2O_3 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 Sb_2O_3 cùng với các hạt hợp kim gốc FeSi sẽ dẫn đến mật độ số hạch kết cao khi mầm cây được thêm vào gang đúc. Số lượng hạch kết cao 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 thiết lập $>10 \mu\text{m}$. 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 phân

mềm phân tích hình ảnh tự động. Mật độ hạch kết (cũng có nghĩa là mật độ số hạch kết) là số hạch kết (cũng có nghĩa là số lượng hạch kết) trên từng mm^2 , viết tắt là N/mm^2 .

Ví dụ 1

Một mẻ gang nóng chảy AJ nặng 275 kg được nấu chảy và xử lý bằng 1,20-1,25 % khối lượng hợp kim chất tạo hạt MgFeSi của mầm cây: 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 Fe và tạp chất ngẫu nhiên trong gàu có nắp đầy thùng trung gian. 0,7 % khối lượng phoi thép được sử dụng làm vỏ. Từ gàu xử lý, mẻ nóng chảy được sang gàu rót. 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 MgFeSi là $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ và nhiệt độ rót là $1380 - 1352\text{ }^{\circ}\text{C}$. 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 thí nghiệm có ba hợp kim gốc ferosilic khác nhau của các thành phần sau:

Mầm cây A: 74 % khối lượng Si; 2,42 % khối lượng Ca; 1,73 % khối lượng Zr; 1,23 % khối lượng Al, cân bằng Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Mầm cây B: 68,2 % khối lượng Si; 0,95 % khối lượng Ca; 0,94 % khối lượng Ba; 0,93 % khối lượng Al, cân bằng Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Mầm cây C: 64,4 % khối lượng Si; 1,51 % khối lượng Ca; 0,53 % khối lượng Ba; 4,17 % khối lượng Zr; 3,61 % khối lượng Mn; 1,29 % khối lượng Al, cân bằng Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.

Các hạt hợp kim ferosilic gốc (mầm cây A, B và C) được phủ bằng Sb_2O_3 dạng hạt bằng cách trộn cơ học để thu được hỗn hợp đồng nhất.

Thành phần hóa học 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; 0,29-0,31 % khối lượng Mn; 0,009-0,011 % khối lượng S; 0,04-0,05 % khối lượng Mg.

Lượng Sb_2O_3 dạng hạt được thêm vào hợp kim gốc FeSi (mầm cây A, B và C) được hiển thị trong Bảng 1. Lượng Sb_2O_3 là lượng hợp chất dựa trên tổng khối lượng của mầm cây trong tất cả các thí nghiệm.

Bảng 1. Thành phần mầm cây.

		Chất phụ gia, % khối lượng	Tham chiếu
	Mầm cây gốc	Sb_2O_3	
Mẻ nóng chảy AJ	Mầm cây A	1,20	Mầm cây A + Sb_2O_3
	Mầm cây B	1,20	Mầm cây B + Sb_2O_3
	Mầm cây C	1,20	Mầm cây C + Sb_2O_3

Mật độ hạch kết trong gang đúc từ các thí nghiệm ghép mầm trong mẻ nóng chảy AJ được hiển thị trong Hình 1. Phân tích cấu trúc vi mô cho thấy mầm cây theo sáng chế (Mầm cây A+ Sb_2O_3) có mật độ hạch kết rất cao. Phân tích cấu trúc vi mô cho thấy rằng cả mầm cây B+ Sb_2O_3 và mầm cây C+ Sb_2O_3 , theo sáng chế, là rất phù hợp để ghép mầm sắt dẻo và tạo mật độ hạch kết cao.

Ví dụ 2

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 đáy 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 1365 - 1359 °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 % khối lượng Si; 1,23 % khối lượng Al; 2,42 % khối lượng Ca; 1,73 % khối lượng Zr, phần còn lại là sắt và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường, được ký hiệu trong tài liệu này là mầm cây A. Oxit

antimon dạng hạt với lượng được biểu thị trong Bảng 2 đã được thêm vào các hạt hợp kim FeSi gốc (mâm cây A) và thu được hỗn hợp đồng nhất bằng cách trộn cơ học.

Sắt cuối cùng có thành phần hóa học là 3,84 % khối lượng C; 2,32 % khối lượng Si; 0,20 % khối lượng Mn; 0,017 % khối lượng S; 0,038 % khối lượng Mg.

Lượng Sb_2O_3 dạng hạt được thêm vào mâm cây hợp kim gốc FeSi A được hiển thị trong Bảng 2. Lượng Sb_2O_3 dựa trên tổng khối lượng của mâm cây trong tất cả các thí nghiệm.

Bảng 2. Thành phần mâm cây.

	Mâm cây gốc	Chất phụ gia, % khối lượng	Tham chiếu
		Sb_2O_3	
Mẻ nóng chảy CH	Mâm cây A	3	Mâm cây A + 3 % Sb_2O_3
	Mâm cây A	5	Mâm cây A + 5 % Sb_2O_3
	Mâm cây A	8	Mâm cây A + 8 % Sb_2O_3
	Mâm cây A	12	Mâm cây A + 12 % Sb_2O_3

Mật độ hạch kết trong gang đúc từ các thí nghiệm ghép mâm trong mẻ nóng chảy CH được trình bày trong Hình 2. Phân tích cấu trúc vi mô cho thấy các mâm cây theo sáng chế (Mâm cây A + Sb_2O_3 với số lượng khác nhau) rất phù hợp để ghép mâm sắt dẻo và cho mật độ hạch kết cao.

Khi các phương án khác nhau của sáng chế được mô tả, những người có kỹ năng trong nghề 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.

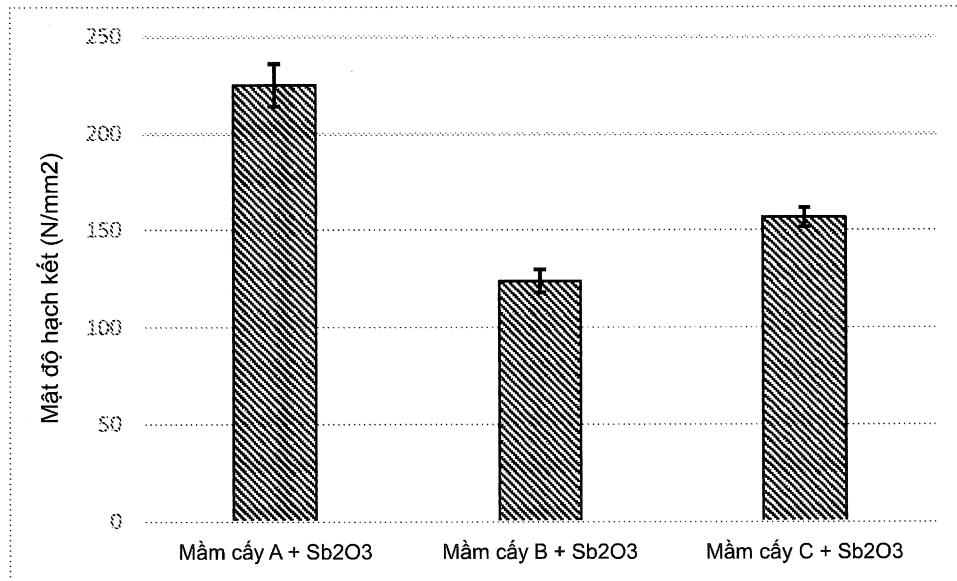
Yêu cầu bảo hộ

1. Màng cây để sản xuất gang đúc bằng graphit hình cầu, trong đó màng cây này bao gồm
hợp kim ferosilic dạng hạt bao gồm
khoảng từ 40 đến 80 % khối lượng Si;
0,02-10 % khối lượng Ca;
0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm;
0-5 % khối lượng Al;
0-5 % khối lượng Sr;
0-5 % khối lượng Mg;
0-12 % khối lượng Ba;
0-10 % khối lượng Zr;
0-10 % khối lượng Ti;
0-10 % khối lượng Mn;
trong đó ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti chiếm ít nhất 0,05 % khối lượng,
trong đó màng cây này chứa thêm, theo khối lượng, dựa trên tổng khối lượng của màng cây:
0,1 đến 15 % khối lượng của Sb_2O_3 dạng hạt,
lượng còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường.
2. Màng cây theo điểm 1, trong đó hợp kim ferosilic bao gồm từ 45 đến 60 % khối lượng Si.
3. Màng cây theo điểm 1, trong đó hợp kim ferosilic bao gồm từ 60 đến 80 % khối lượng Si.
4. Màng cây 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).

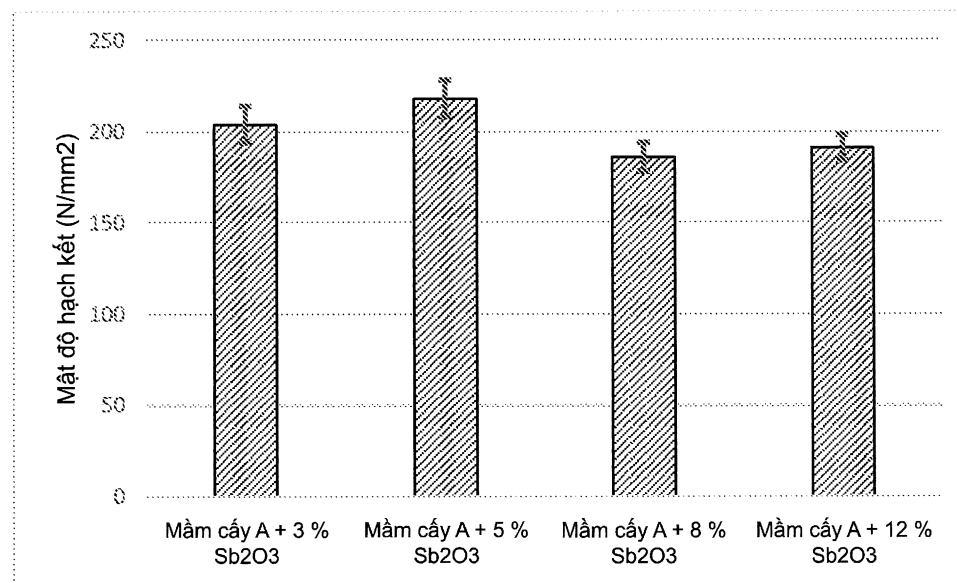
5. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy bao gồm từ 0,5 đến 10 % khối lượng của Sb_2O_3 dạng hạt.
6. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy ở dạng pha trộn hoặc hỗn hợp vật lý của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt.
7. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó Sb_2O_3 dạng hạt có mặt dưới dạng hợp chất phủ trên hợp kim ferosilic dạng hạt.
8. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó mầm cấy ở dạng các khối kết tụ hoặc than bánh được làm từ hỗn hợp của hợp kim ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt.
9. Mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hợp kim gốc ferosilic dạng hạt và Sb_2O_3 dạng hạt được thêm vào riêng nhưng cùng lúc vào gang đúc dạng lỏng.
10. Phương pháp sản xuất mầm cấy theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9 bao gồm bước:
 - tạo ra hợp kim gốc dạng hạt bao gồm
 - từ khoảng 40 đến 80 % khối lượng Si;
 - 0,02 đến 10 % khối lượng Ca;
 - 0-15 % khối lượng kim loại đất hiếm;
 - 0-5 % khối lượng Al;
 - 0-5 % khối lượng Sr;
 - 0-5 % khối lượng Mg;
 - 0-12 % khối lượng Ba;
 - 0-10 % khối lượng Zr;
 - 0-10 % khối lượng Ti;
 - 0-10 % khối lượng Mn;
 - trong đó ít nhất một hoặc tổng số các nguyên tố Ba, Sr, Zr, Mn hoặc Ti chiếm ít nhất 0,05 % khối lượng, lượng còn lại là Fe và tạp chất ngẫu nhiên với lượng thông thường,

và thêm vào hợp kim gốc dạng hạt đã nêu từ 0,1 đến 15 % khối lượng Sb_2O_3 dạng hạt để tạo ra mầm cây này.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó Sb_2O_3 dạng hạt được trộn hoặc pha trộn với hợp kim gốc dạng hạt.



HÌNH 1



HÌNH 2