

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. ⁶ B22D 27/04 C21C 1/10		(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2000년04월01일 10-0250397 2000년01월04일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 번역문제출일자 (86) 국제출원번호 (86) 국제출원일자 (81) 지정국	10-1994-0703595 1994년10월10일 1994년10월10일 PCT/SE 93/00297 1993년04월06일 AP ARIPO특허 : 말라위 수단 EA EURASIAN특허 : 카자흐스탄 러시아 EP 유럽특허 : 핀란드 OA OAPI특허 : 니제르 국내특허 : 오스트레일리아 바베이도스 불가리아 브라질 캐나다 체코 헝가리 일본 북한 대한민국 스리랑카 마다가스카르 몽고 노르웨이 뉴질랜드 폴란드 루마니아 슬로바키아 우크라이나 미국 베트남	(65) 공개번호 (43) 공개일자 (87) 국제공개번호 (87) 국제공개일자	특 1995-0700798 1995년02월20일 WO 93/20969 1993년10월28일
(30) 우선권주장	9201140-2 1992년04월09일 스웨덴(SE)		
(73) 특허권자	신터캐스트 악티에볼라그 해그만 베르틸		
(72) 발명자	스웨덴 에스-100 55 스톡홀름 피. 오. 박스 10203 스톡 레나르트 백케루드		
(74) 대리인	스웨덴 에스-641 30 카트리네홀름 드로트닝가탄 1 장용식		

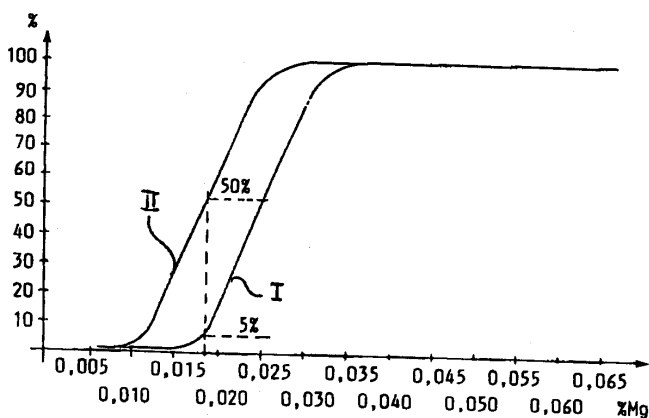
심사관 : 강구환

(54) 흑연결정의 불균일한 분포를 가지는 단편주철 제품의 제조방법 및 그 방법에 의하여 제조된 플라이휠

요약

마무리된 주조제품의 다른부분에 구불구불한 모양의 그리고 구상형태로 불균일하게 분포된 흑연결정을 가지는 단편주철제품을 제조하는 방법에 있어서, 응고시간 및/또는 국부적인 핵생성 포텐셜에 모양의 흑연 조직이 소망되는 주물의 이러한 부분에 상대적으로 더작은 비율인 구상의 흑연결정을 갖고 응고하도록 용융물의 조성과 물리적특성 또는 국부적인 핵생성 포텐셜을 조절하는 것, 및 국부적인 핵생성 포텐셜을 조절함으로써 더 높은 비율의 구상의 흑연결정이 소망되는 부분에서, 상기 부분의 모듈드 소망된 정도의 구상을 얻는데 충분히 단시간동안 저하될수 있도록 상기 주조부분을 얇은 섹션으로 형성시키거나 모듈드에 열흡수 원소를 공급함으로써, 열이 응고중에 주물로 부터 급속히 이탈되는 것을 확보하는 것으로 이루어진 것을 특징으로 하는 방법에 관한 것이다.

대표도



명세서

[발명의 명칭]

흑연결정의 불균일한 분포를 가지는 단편주철 제품의 제조방법 및 그 방법에 의하여 제조된 플라이휠

[도면의 간단한 설명]

제1도는 다양한 양의 용해된 활성 마그네슘과 핵생성 물질의 국부적인 풍부화에 따라 흑연결정의 구조를 변화시킨 곡선을 도시하며; 여러곡선은 다른 냉각속도와 핵생성 물질의 상이한 국부적인 변화량을 각각 도시하며,

제2도는 종래의 플라이 휠을 도시하며; 그리고

제3도는 본발명에 따라 구성되고 제조된 플라이 휠을 도시한다.

[발명의 상세한 설명]

본발명은 조절된 불균일한 흑연조직을 갖는 단편(one-piece) 조직으로 주조된 주조제품을 제조하는 방법에 관한 것이다.

본발명에 따라 상기 제품의 상이한 부분에 상이한 특성을 주조제품에 부여하기 위해 예를 들면 제품의 임의의 부분에 구불구불한 모양의(Vermicular) 흑연 조직 및 제품의 이 부분과 다른 부분에 구상(nodular) 흑연조직을 얻는 방식으로 제품을 주조할 수 있다.

구불구불한 모양의 흑연조직을 갖는 압축성형된 흑연철 또는 주철은 박편(flaky)모양의 흑연조직을 갖는 회주철과 구상 흑연조직을 갖는 연철사이의 중간형태이다.

압축성형된 흑연주철은 양호한 기계적 특성과 물리적특성 및 양호한 기계가공성을 포함한 바람직하고 독특한 특성을 가지고 있고, 이러한 특성으로 인하여 이 재료는 기계구조내의 수많은 기계부품용으로 매우 적절하게 사용될수 있다.

이것은 예를들면 다양으로 제조되는 기계구조물을 포함하는데, 주로 엔진과 예컨대 펌프 특히 자동차용 펌프를 포함한다. 철에 따른 고급재료와 기계가공 방법은 특히 높은 수요가 이 제품에 대해 있음에도 불구하고, 항공기 엔진과 같은 특수제품용으로 통상 사용되지 않으며, 따라서 이러한 제품의 제조는 본발명의 범위 바깥에 있다.

압축 성형된 흑연철은 구불구불한 모양의 흑연의 형태로 석출된 흑연을 함유하며, 이 흑연은 ASTM A 247 에 따라서 "Type IV" - 흑연 또는 ISO/R 945-1969(E)에 따라서 "Form III" - 흑연으로 정의된다. 흑연 형상은 영국(1948)에서 최초로 설명되었으며, 그 이래로 소규모로 특수제품을 제조하는데 흑연을 사용하여 왔다.

이렇게 소규모로 제조한 이유는 철 용융물의 특성과 조성을 충분히 정확하게 조절하여 주조제품의 조성과 흑연조직을 충분히 재현성있게 보증하기가 불가능 하였기 때문이다.

압축성형된 흑연철의 특성은 회주철과 연철의 특성사이에 존재한다.

예컨대, 압축성형된 흑연철의 탄성률은 회주철의 탄성률보다 30 내지 40% 더 높으며, 이것은 압축성형된 흑연철의 탄성률이 연철의 탄성률과 거의 동일함을 의미한다.

압축성형된 주철의 연성은 회주철보다 더 높고, 종종 회주철의 연성보다 10배이상 높으며, 회주철의 인장 강도보다 두배정도인 훨씬 높은 인장강도를 갖는다.

압축성형된 흑연철의 피로강도는 회주철의 피로강도보다 100% 더 높으며 연철의 피로강도와 실제로 동일한 정도의 크기를 갖는다. 압축성형된 흑연철의 열전도도는 회주철의 열전도도와 동일한 정도의 크기를 가지며, 연철의 열전도도보다는 훨씬 높다.

따라서, 높은 열전도도의 필요성과 복잡된 양호한 강도의 필요성을 요구하는 기계구조물에 압축성형된 흑연주철을 사용하는 것은 좋은 이유가 된다.

재현 가능한 방법으로 압축성형된 흑연주철을 얻는데 있어서 경험되는 어려움으로 인해, 이러한 종류의 주철에서 주조제품을 제조하는 것은 일찌기 불가능하였다.

WO-A1-89/04224(PCT/US88/03693)에는 허브부분에 미세한 결정립조직 및 일체로된 블레이드 부분에 지향성으로 응고된 결정립 조직을 얻기위해 주조터빈휠의 방사형 응고를 제어하는 방법이 기술되어 있다.

이 방법은 모울드의 부품 주위에 있는 엘리먼트를 가열하고 모울드내의 엘리먼트를 냉각함으로써 얻어진다.

그러나 관련된 용융물로부터 취한 시편체적의 응고중 온도센서의 도움으로 얻어진 시간에 대한 온도데이터를 분석함으로써 용융물의 핵생성제와 조절제의 농도를 결정할 수 있다. 이것은 모울드내에서 용융물의 응고할 방법을 정확하게 결정해 주며, 또한 접중제 및 조절제의 함량을 주조제품에 소망되는 특성을 부여하는 방법에 있어서 올바르게 해줄수 있다.

이러한 점에 대해서는 SE-B-8404579-8 또는 US-A-4,667,725를 참조하면 된다.

이러한 특허 명세서에 따라, 시편육내에 위치한 두개의 온도센서의 도움으로 전술한 값을 평가하였으며, 이때 시편육내의 용융물은 응고과정의 시초부터 시편용기의 온도와 더불어 열역학적인 평형에 있었다.

이 온도센서중 하나는 시편용기내의 용융물 중앙에 위치되어 있으며, 다른 하나의 센서는 용기벽 근방의 용융물에 위치되어 있다.

일정하고 동등한 증가온도($\frac{dT}{dr} = 0$)에서, 용기벽에서의 과냉각(T_w^*), 용기벽에서의 재열(rec_w), 용기 벽과 용기중앙에서의 온도사이의 포지티브차이(ΔT) 및 용기벽과 용기중앙에서의 도함수($\frac{dT}{dr} w'$)에 관

한 기록된 값들이 있으며, 유사한 시편조건에 대한 공지의 참고값에 관하여 기록된 값의 도움으로 결정화 핵 생성제와 구조조절제의 존재와 양을 용융물에 첨가 또는 잔류시간을 도입하여 결정하고 정정할 수 있기 때문에 존재하는 결정화 핵생성제와 구조조절제의 양은 주조제품내에서 소망된 흑연조직을 얻기 위해 요구되는 양에 해당할 것이다.

구조 조절 첨가제는 희토류 금속, 특히 세륨을 선택적으로 동반한 마그네슘을 통상 포함하고 있다.

용해된 활성 마그네슘의 양과 이것과 수반된 동등한 양의 다른 구조조절제, 즉 고체상으로 용액중의 산화물과 황화물을 분리한 후에 용액중에 존재하는 이러한 원소의 양이 약 0.035% 이상이 되면, 흑연은 용융물이 용해함에 따라 구상으로 석출하게 된다.

전술한 함량이 약 0.015%로 떨어지면, 흑연은 구불구불한 모양의 흑연으로 석출하며, 반면에 전술한 함량이 약 0.008% 아래로 더욱더 떨어지면, 흑연은 박편모양의 흑연으로 석출하고 주철은 회주철로 응고한다. 이것으로부터 약 0.010 및 0.025%의 값사이에서는 주로 구불구불한 모양의 흑연 또는 압축성형된 흑연주철이 형성되는 것은 명백하게 된다. 전술한 특허 명세서에 앞선 일련의 제조에서 재현가능한 압축성형된 흑연주철을 제조하는 것은 불가능하다.

본발명은 본발명을 구체화하는 실시예와 또한 수반하는 도면을 참조하여 보다 상세히 기술되었다.

존재하는 구조조절물질(용해된 마그네슘의 퍼센트로 환산된)에 부가적으로 핵생성점의 양과 우세한 응고 속도 또한 구조형성에 중요한 역할을 한다.

이것에 대하여 제1도에 도시하였으며, 하부곡선은 흑연결정이 구상화 되어가는 방법(0%는 전부 구불구불한 주철에 해당하는 반면에 100%는 전부 구상철, 즉 연철)을 도시한 것이다. 핵생성하는 입자수가 증가 및/또는 응고속도가 증가할때, 곡선은 다이어그램에서 상방 및 좌측에 도시된다.

결과적으로 핵생성하는 입자수 및/또는 응고속도가 모우드에서 국부적으로 달라지면, 주조재료는 다른 구조와 이와 동반된 다른 특성을 나타낸다.

본발명에 따라 주조제품의 다른 부분에 소망가능한 조직과 이로써 생기는 특징으로 핵생성하는 첨가제의 적절한 선택 및/또는 응고조건의 적절한 선택에 의해 의도적으로 제어할 수 있다.

또한, 용융물내의 용해된 활성 마그네슘의 양에 관하여, 구형의 형태로 석출된 흑연의 양을 나타내는 곡선을 도시할 수 있다. 또한, 예를들면 Ks^{-1} 로 주어지는 응고 속도를 고려한 1150-1000°C의 영역에서의 유사한 곡선을 도시하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다. 다른 응고속도에 대한 서로 다른 곡선은, 더 높은 응고속도에서 좌측으로 S형 곡선을 이동시킬때 얻어진다.

우세하게 구상 흑연조직이 바람직한 부분에서는 최소한 $5Ks^{-1}$ 의 냉각속도가 추천되며, 구불구불한 모양의 흑연조직이 바람직한 곳에서는 $\leq 1Ks^{-1}$ 의 냉각속도가 추천된다. 전술한 것처럼, 제1도는, $1Ks^{-1}$ 의 응고속도를 유발하는 곡선 I과 $5Ks^{-1}$ 인 응고속도를 유발하는 곡선 II를 포함한다. 따라서, 모우드내에 0.018%인 활성의 용해된 마그네슘을 포함하는 용융물을 주조하여 이와더불어 모우드 공동과 주조제품이 같은 크기를 갖는 것을 확보하고, 즉 모울드를 냉각하기 위해 냉각체 또는 열을 흡수하는 매개체를 공급하여, 냉각속도가 즉 $5Ks^{-1}$ 가 될때, 응고한 주조제품은 제품의 이러한 부분에 50%인 구상 흑연을 지니게 된다.

동일한 주조제품의 다른 부분이 $1Ks^{-1}$ 인 속도로 응고하면, 결과로서 생기는 흑연조직은 약 5%인 구상의 흑연을 가진 실질적으로 구불구불한 모양이 된다. 이것은 제품의 서로 다른 부분에 불균일한 흑연조직을 갖는 주조제품을 제조 가능하게 해준다. 예를들면, 연성조직을 함유할 제품의 영역을 빠르게 냉각하면, 예를들면 $5Ks^{-1}$ 인 응고속도, 활성의 용해된 마그네슘의 양이 0.018%인 제1도에 예시된 경우에 약 50%인 구상의 흑연을 포함한 조직을 얻게되며, 따라서, $1Ks^{-1}$ 인 속도로 응고한 주조제품의 구상의 흑연함량이 단지 약 5%이고, 흑연이 우세한 부분이 구불구불한 형태로 존재하는 부분보다 더 높은 기계적 강도를 얻지만 더 낮은 열전도도를 얻게된다. 이러한 결과는 단위시간당 서로 다른 양으로 모우드내의 용융금속으로 부터 열이 방출될때 달성가능하며, 열을 방출하기 위해서 구상의 흑연으로 응고할 부분을 얇게 해주거나 냉각 엘리먼트 또는 냉각코일과 같은 근접하게 놓여있는 열흡수 또는 열전달수단을 상기 부분에 제공한다.

주조모울드에 냉각 루프 및 냉각 엘리먼트를 위치시키는 것은 주조기술에 숙련된 사람에게는 잘 알려져 있다. 그러나, 특허 출원자가 인지하는 한, 이러한 냉각루프 및 냉각엘리먼트의 설비는 대부분의 경우 소정의 주조공정에서 첨가가능성(filling possibilities)을 향상시키기 위한 의도와 얇은 섹션에서 냉각속도를 저하 및 보다 두꺼운 섹션에서 냉각속도를 증가시키기 위해서 실시한다. 원칙적으로 이것은 발명의 개념에 대립되며, 본발명의 개념으로 숙련된 사람을 인도한다기보다는 본발명의 개념으로부터 멀어지게 하는 경향이 있다.

자동차의 엔진에 연결된 플라이 휠을 본발명의 방법에 따라 제조된 제품의 일 실시예로서 설명 가능하다. 플라이 휠은 크랭크 샤프트에 연결되어 이것과 함께 회전하는 허브를 구비한 회전가능한 디스크로 이루어져 있다.

클러치가 맞물리면, 엔진 토크가 클러치 디스크와 클러치 구동판의 매개체를 통해 구동축으로 전달되며, 기어박스를 통해 구동축에 의해 자동차를 구동한다.

자동차가 시동될때 그리고 자주 자동차가 구동되는 동안에 구동력이 플라이휠에서 클러치 구동판을 이탈 시킴에 의해 해방되고 클러치가 미끄러지는 동안에 재 결속한다.

이러한 두개의 기계부품에 의해 생성되는 마찰력의 결과로서 일어나는 기계적 일은 플라이 휠의 외부에서 떨어져서 전달되어야만 하는 열에너지로 이와 더불어 변환된다.

동시에 엔진힘의 전부는 플라이휠의 허브를 통해 클러치 구동판에 전달되므로 결과적으로 플라이 휠은 특

히 플라이 휠의 허브에서 고도의 기계적강도 및 고 탄성률을 가져야 한다.

플라이휠에 요구되는 열전도도 때문에 플라이휠은 통상 회주철로 구성되거나 다른 재료로 이루어진다. 안전성의 이유로 이것은 특히 플라이휠의 허브부분에서 플라이휠이 또한 과도의 크기가 될것을 요구하게 된다. 회주철은 또한 낮은 치수 안정성을 갖고 있다. 다른 재료로 이루어진 조직의 경우에는 물론 특성을 최적화시키는 것은 가능하나, 이러한 해결책은 제조비용을 더욱 비싸게 한다.

결과적으로 플라이휠 외부의 마찰면은 압축성형된 흑연주철을 적어도 약 80% 및 이와 더불어 연성 또는 구상의 철을 $\leq 20\%$ 포함하는 플라이 휠을 모울드하는 것이 바람직하다. 이러한 수치는 마찰면에 존재하는 재료가 바람직한 열전도도를 갖는 동시에 또한 높은 내마모성을 갖는 제안된 표준에 해당하는 값이다.

플라이휠의 허브부분내의 흑연조직은 구상이 50%이상이며, 따라서 재료는 다른 종류의 주철과 비교되는 높은 기계적강도 및 고강성률을 제공하는 연철과 유사하다.

플라이휠의 허브부분의 두께는 회주철이 연철로 변화하게 될때 절반으로 감소된다. 이 불균일한 조직을 달성하기 위하여, 마찰부분과 플라이휠 허브 사이의 두께의 비가 3 이상, 바람직하게는 5 이상이다.

마모디스크내에 적어도 80%인 압축성형된 흑연을 함유한 재료를 변화시킬때 비록 기계적강도 및 강성률(rigidity)또는 강성(stiffness)은 크게 증가할지라도, 회주철의 열전도도와 실제로 동일한 열전도도가 얻어진다. 압축성형된 주철로부터 플라이휠을 완전히 제조하는 것으로 알려진다. 비록 플라이휠이 회주철로 제조된 플라이휠보다 우수하지만, 본발명을 실행하였을때 얻어진 재료에서 실질적인 구제를 성취하기는 불가능하였다.

외부방향으로 질량(mass)을 방사형으로 이동시킴으로써 물론 주요 목적중의 하나인 더낮은 총중량에서 플라이휠의 내부의 동일한 모멘트를 유지하는 것은 가능하다.

제2도는 회주철로부터 제조된 플라이휠을 도시하였고, 제3도는 불균일한 흑연조직, 즉 플라이휠의 외부에는 압축 성형된 흑연주철 및 플라이휠의 허브부분에는 “연철” 조직을 갖도록 제조한 플라이휠을 도시하였다.

표 아래에는 치수를 나열하였다.

[표 1]

	제2 도	제3 도
D	350	350
d	139	220
B	25	30
b	12	6

플라이휠을 주조할때, 약 6mm 인 허브에서의 얇은 섹션을 냉각하는 것은 응고속도에 통상적으로 충분할 것이므로, 50% 이상인 구상 흑연을 형성하는 결과가 되며, 플라이휠은 종래의 모래 모울드에서 제조된다. 물론, 냉각은 모울드의 구성에 의존하게 된다.

그러나, 온도의 감소가 불충분하면, 상기 모울드를 준비할때 모래 모울드의 허브부분 근방에 냉각체를 위치시킬 수 있으므로 따라서 주물을 떠나는 열이 더욱 쉽게 흡수된다.

또한, 본발명은 불균일한 흑연조직의 설비를 포함하는 주조공정으로 실린더 블록을 주조하는데에도 적용 가능하다.

실린더 블록은 수많은 다른 응력 및 변형을 겪은 기계부품 또는 제품의 실시예이다.

예를들면, 엔진의 실린더 블록의 상부에 위치한 통상 위치해 있으며, 특히 열응력을 겪게된다. 연소는 실린더 블록의 상부에 위치한 실린더에서 일어나며, 이곳에서는 매우 커다란 온도차가 발생한다. 엔진의 이러한 부분의 작업온도는 통상 비교적 높다. 주조된 것에 후속하여 실린더블록의 이러한 부분은 마무리된 엔진내에 설치되기전에 매우 상당히 가공된다.

따라서, 실린더 블록의 이러한 부분의 가공성은 블록의 필수적인 특성이 된다.

블록에 대해 요구되는 다른 특성은 양호한 열전도도, 높은 치수의 안정성 및 강성이다. 이러한 요구에 대해 모두 만족시킬수 있는 가장 좋은 것은 압축성형된 흑연주철이다.

실린더 블록의 하부는 크랭크 샤프트 및 엔진부착장치를 통상 수용하며, 이들은 양호한 기계가공성, 고강쇠능 및 만족스런 강성을 주로 나타낸다.

압축성형된 흑연 주철은 이러한 엔진부품용으로 최적의 재료가 되는 것을 입증하게 된다.

비교적 얇은 벽을 가진 부분이 실린더 블록의 상부와 하부에 위치되고 이 부분의 가장 중요한 특성은 기계적 강도이다. 이 부분은 연철 또는 고비율의 구상 흑연을 함유한 적어도 주철로 적절하게 이루어진다. 예를들면 연철의 불량한 열전도도에 기인한 매우 고온이된 연철은 자신의 치수안정성을 쉽게 잃어버리기 때문에 쉽게 가공될수 없다. 비록 실린더 블록의 중간 부분에 요구되는 기계적강도는 블록의 나머지 부분의 경우보다 크더라도, 전술한 실린더 블록의 중간부분은 블록의 나머지부분과 동일한 정도로 열적영향을 겪지 않는다. 이 부분은 통상적으로 가공되지 않는다. 따라서, “연철조직”은 이러한 영역에서 최적의 조직이다.

본발명의 방법은 예컨대 최적조직의 엔진블록을 제조가능하도록 해준다는 것은 앞서 증명되었다. 이 경우에 최종주조제품, 즉 실린더 블록의 이러한 부분에 적당한 냉각을 제공하여 고비율의 구상 흑연석출물을 가지는 최적 조직을 얻거나 또는 핵생성하는 물질을 국부적으로 도입하여 구상-형성을 유리하게 한다.

핵 생성하는 물질은 더 높은양의 구상의 응고가 소망되는 위치에 핵생성되는 물질을 몰드 내부로 국부적으로 공급함으로써 도입될 수 있다.

이것은 예컨대 주조공정에 앞서 몰드 내부표면의 상부부분으로 미세결정립 페로실리콘의 슬러리를 주입함으로써 달성될 수 있다.

물론, 본발명의 플라이휠 및 실린더 블록제조에 참조되어 기술된 본발명을 구체화하는 실시예에 한정된 것은 아니다.

예컨대 본발명의 방법은 불균일한 흑연 조직을 갖는 주철로부터 제조될 수 있는 브레이크 디스크 및 다른 엔진부품의 제조에도 역시 대등하게 적용될 수 있다.

자동차 제조는 본발명의 적용될 수 있는 주요영역을 구성한다.

왜냐하면, 무게의 절감은 이 분야에 있어 매우 중요한 과제이기 때문이다.

회주철을 사용한 것과 비교하여 실린더 블록에 압축 성형된 흑연주철을 사용할 경우 엔진동력을 저하시키지 않고도 30% 정도인 무게 절감이 달성될 수 있다.

엔진이 본발명의 방법에 따라 제조를 위해 구성되었을 경우, 무게에 있어 더 한층의 절감이 달성된다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

마무리된 주조제품의 상이한 부분에 구불구불한 모양으로 그리고 구상 형태로 흑연결정의 불균일한 분포를 가지는 단편주철제품을 제조하는 방법에 있어서, 용융물의 조절제 함량 또는 국부적인 핵생성 포텐셜을 조절하는 것을 포함하여 용융물의 조성 및 물리적 특성을 조절하여, 응고시간 및 국부적인 핵생성 포텐셜 중 하나 또는 양자에 따라, 구불구불한 모양의 흑연 조직을 구성하여야 하는 주물의 부분에서, 용융물이 더 큰 비율의 구불구불한 모양의 흑연 결정 및 대응하여 더 작은 비율의 구상의 흑연결정과 함께 응고되도록 하고; 그리고, 국부적인 핵생성 포텐셜을 조절함에 의하여 더 높은 비율의 구상 흑연결정을 이루어야 하는 부분에서는, 더 높은 비율의 구상 흑연결정을 얻기 위하여 충분히 짧은 시간주기 동안에 상기 부분의 몰드 온도가 저하될 수 있도록, 상기 주조부분의 두께를 얇게 형성시키거나 몰드에 열흡수 엘리먼트를 제공함에 의하여, 열이 응고 중에 주물로부터 급속히 방출되는 것을 확보하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 용융물의 조절제의 함량이 0.010 내지 0.025의 용해된 활성 및 마그네슘의 함량 또는 어떤 다른 조절제에 대응하는 함량과 대등하게 되도록 용융물의 조절제 함량을 조절하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 1,150 내지 1,000℃인 영역에서의 냉각속도는, 우세한 구상의 흑연조직이 바람직한 곳에서는 적어도 5Ks^{-1} 이상이 되도록 하고, 그리고 구불구불한 모양의 흑연조직이 바람직한 영역에서는 $\leq 1\text{Ks}^{-1}$ 가 되도록 주조제품을 형상화하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

승용차, 트럭, 버스 또는 철도 객차와 같은 자동차의 디스크 브레이크내의 브레이크 디스크를 연결하기 위한 플라이휠을 제조하는 방법에 있어서, 마찰부분과 플라이휠의 허브 사이의 두께의 비가 3 이상인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

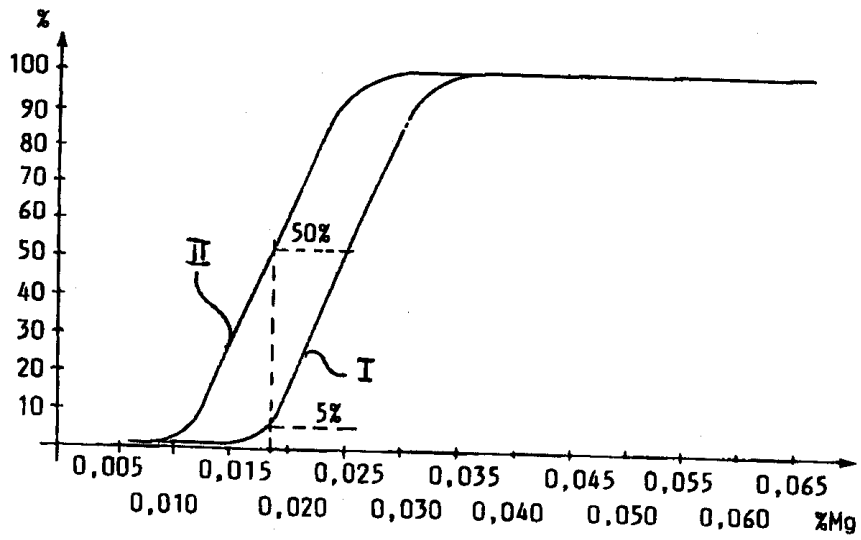
제1항 내지 제4항 중 어느 한 항의 방법에 따라 제조된 플라이휠에 있어서, 플라이휠은, 0.010 내지 0.025의 용해된 활성 마그네슘 또는 동등한 양의 어떤 다른 조절제를 포함하는 용융물을 사용해서 플라이휠의 허브부분의 두께가 4 내지 8mm이고, 클러치 디스크와 접촉하기 위한 표면을 가진 플라이휠의 외부부분은 두께가 25 내지 35mm인 조건으로 모래 몰드 내에서 주조된 것을 특징으로 하는 플라이휠.

청구항 6

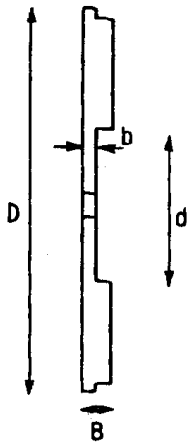
제4항에 있어서, 마찰부분과 플라이휠의 허브 사이의 두께의 비가 5 이상인 것을 특징으로 하는 방법.

도면

도면1



도면2



도면3

