(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0094560
(43) 공개일자 2017년08월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C21C 5/35 (2006.01) *C21C 5/46* (2006.01)
C21C 5/52 (2014.01) *F27D 19/00* (2006.01)
F27D 21/02 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C21C 5/35 (2013.01)
C21C 5/4673 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-7022173(분할)
(22) 출원일자(국제) 2013년12월09일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2015-7014931
원출원일자(국제) 2013년12월09일
심사청구일자 2015년06월04일
(85) 번역문제출일자 2017년08월08일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2013/075907
(87) 국제공개번호 WO 2014/095447
국제공개일자 2014년06월26일
(30) 우선권주장
10 2012 224 184.1 2012년12월21일 독일(DE)

(71) 출원인
에스엠에스 그룹 게엠베하
독일 뒤셀도르프 에두아르트-슐레이만-슈트라쎄 4
(72) 발명자
웨버 노르베르트
독일 40764 랑겐펠트 로우베신네슈트라쎄 83
슈뤼터 요헨
독일 44265 도르트문트 암 하이슈테르바흐 47 아
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
송봉식, 정삼영

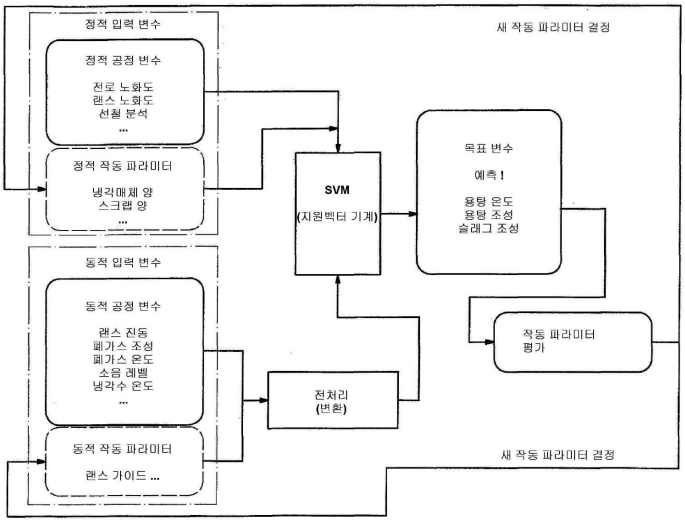
전체 청구항 수 : 총 1 항

(54) 발명의 명칭 **제강 공정들의 예측, 제어 및/또는 조절 방법 및 그 장치**

(57) 요 약

본 발명은 제강 공정들을 예측하고, 제어하고, 그리고/또는 조절하기 위한 방법에 관한 것이며, 상기 방법은 목표 변수와 관련된 2개 이상의 입력 변수를 모니터링하는 단계와, 회귀 분석 또는 분류 방법을 이용하여 2개 이상의 입력 변수와 하나 이상의 목표 변수 사이의 관계를 결정하는 단계와, 제강 공정의 예측, 제어 및/또는 조절을 위해 결정된 목표 변수를 이용하는 단계를 포함한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
C21C 2005/5288 (2013.01)
F27D 2019/0003 (2013.01)
F27D 2019/0006 (2013.01)
F27D 2019/0028 (2013.01)
F27D 2021/026 (2013.01)
(72) 발명자
오덴탈 한스 위르겐
독일 40822 메트만 프로슈쾨니그베크 10
모리크 카타리나
독일 50670 쾰른 노이저 슈트라쎄 28
블롬 헨드릭
독일 44339 도르트문트 바우에른캄프 3

명 세 서

청구범위

청구항 1

제강 공정들의 예측, 제어 및/또는 조절 방법이며,

- 목표 변수와 관련된 2개 이상의 입력 변수를 모니터링하는 단계와,

- 회귀 분석 또는 분류 방법을 이용하여 2개 이상의 입력 변수와 하나 이상의 목표 변수 사이의 관계를 결정하는 단계와,

- 제강 공정의 예측, 제어 및/또는 조절을 위해 결정된 목표 변수를 이용하는 단계를 포함하는 상기 방법에 있어서,

상기 목표 변수의 결정을 위해 SVM(지원 벡터 기계) 방법이 이용되며, 그리고 상기 SVM으로는 정적 입력 변수들뿐만 아니라 동적 입력 변수들도 제공되고,

상기 방법은 실시간으로 실행되며,

용탕의 탄소 최종 함량의 결정을 위해, 폐가스 조성 및 전로 화염의 방사 용량이 동적 입력 변수로서 이용되고,

슬래그 내의 철 산화물 함량 및/또는 인 최종 함량의 결정을 위해, 전로 상의 소음 및 취입 랜스의 진동이 동적 입력 변수로서 이용되는 것을 특징으로 하는 제강 공정들의 예측, 제어 및/또는 조절 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 장입 재료 및 출발 재료로 용융 강을 제조하기 위해 제공되는, 예컨대 전로 및 전기 아크로 공정들과 같은 제강 공정들을 예측하고, 제어하고, 그리고/또는 조절하기 위한 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 예컨대 전로 및 전기 아크로 공정들과 같은 제강 공정들에서 제강 동안 장입 및 출발 재료를 변환할 때, 특정 요건들을 충족해야만 하는 용융 강이 제조된다.

[0003] 전로 공정들에서 주 변환 공정은 최초 높은 탄소 함량을 낮은 값으로 감소시키는 것에 있다. 이는 전형적으로 야금 용기 상의 랜스들 또는 노즐들을 통해 취입되는 산소를 통해 수행된다. 이처럼 금속 용탕 내부의 탄소 함량을 줄이기 위한 실질적인 목표 외에, 추가의 실질적인 목표 변수들, 요컨대 달성할 정해진 인 또는 망간 함량, 및 출탕 시 정해진 용탕 온도도 존재하며, 바람직하게는 이와 동시에, 다량의 장입 재료를 연소시키지 않으면서 야금 공정들을 촉진하기 위해, 또는 탈탄소화 동안 크롬 손실을 낮게 유지하기 위해, 슬래그 내에 최적화된 함량의 철 산화물(FeO)이 요구된다.

[0004] 그 밖에도, 전로 공정에서 취입 공정이 너무 일찍, 또는 너무 늦게 종료되면, 불리한 결과가 초래된다. 이렇게, 취입 공정이 너무 일찍 종료되는 경우, 이와 결부되는 시간 및 생산 손실을 갖는 재취입이 요구된다. 취입 공정이 너무 늦게 종료되면, 높은 철 손실, 대기 시간 및 냉각매체 비용, 그리고 증가된 내화 마모와 그에 따른 비효율적인 생산이 초래된다.

[0005] 지금까지 전로 공정에서 취입 종료점 내지 출탕 시점은 정적 또는 동적 모델 계산들에 의해 결정되었다. 이 경우, 상응하는 공정 모델들의 실질적인 임무는, 예컨대 금속 용탕의 온도 및 용탕의 화학적 조성과 같이 직접 측정할 수 없는 작동 파라미터들을 예측하는 것에 있다. 이 경우, 공지된 동적 모델 계산들은 전로 내의 금속 용탕의 실제 상태를 산출하는 질량 및 에너지 평형을 기반으로 한다. 그 밖에도, 동적 모델들의 경우에는, 여전히 측정된 폐가스 거동에 따라서 탈탄소화의 진행 정도가 계산되고 이로부터 여전히 취입할 산소량 및 취입 종료점이 결정된다.

[0006] 그 밖에도, 이른바 서브랜스(sub-lance)를 이용하여 취입 종료점 및 출탕 시점을 결정하는 점도 공지되었다.

이를 위해, 각각의 전로 공정이 끝날 무렵에, 예컨대 탄소 함량, 인 함량, 망간 함량 등과 관련하여 용탕의 온도 및 그 조성을 직접 측정하기 위해, 프로브가 금속 용탕 내로 삽입된다. 이런 방식으로 획득되는 데이터 상황의 더 높은 신뢰성을 통해, 훨씬 더 간단한 모델들이 이용될 수 있고 예측 정밀도도 개량될 수 있다. 이른바 서브랜스 외에, 측정 라인들을 포함한 케이블에 부착되어 전로 입구를 통해 용탕 내로 던져지고 정해진 시간에 걸쳐 여전히 측정 데이터를 외부로 공급하는 이른바 "퀵 밤(quick bomb)", 다시 말하면 랜스에 연결되지 않은 침지 프로브들도 이용될 수 있다.

[0007] 종료점 결정 및 출탕 시점 결정을 위한 추가의 공지된 방법은 폐가스 측정을 통해 실행되며, 여기서 구체적으로는 진행되는 탈탄소화 진행 정도와 더불어 변동되는 일산화탄소 내지 이산화탄소 폐가스 비율에 따라서 용탕의 상태가 추론된다. 그 밖에도, 이른바 조도계(light meter)에 의해 공정의 종료 시 감소하는 전로 화염의 광도가 모니터링되며, 이로부터 취입 종료점이 추론된다. 이는 경험치로 결정된 값들에 관계되며, 그런 다음 정해진 CO, CO_2 또는 방사선 값을 하회할 때 정해진 탄소 또는 인의 최종 함량이 추론된다.

[0008] 서브랜스를 이용할 경우 단점은, 서브랜스가 유지 및 구입과 관련하여 매우 고가이면서 서브랜스의 이용을 통한 종료점의 결정도 여전히 완전하게 최종적으로 분명히 확정될 수 없다는 점인데, 그 이유는 용탕의 온도 및 그 화학적 조성의 결정 후에도 여전히 목표 변수들에 대한 사전 설정된 값들에 도달할 때까지 잔존하는 산소량 내지 취입 시간을 추정해야만 하기 때문이다. 또한, 공정은 서브랜스 검사를 위해 중단되어야 한다.

[0009] 폐가스 함량, 전로 화염의 광도, 및 취입 랜스의 진동 거동의 모니터링을 기반으로 하는 종료점 결정은 널리 보급되어 있다. 그러나 여기서는 유일한 원인에 관한 관계들만이, 다시 말하면 예컨대 폐가스 내 영향 변수인 CO 또는 CO_2 함량에 따른 용탕 내의 목표 변수 "탄소 함량"의 결정만이, 또는 취입 랜스의 진동 세기에 따른 금속 용탕 내의 목표 변수 "인 함량"만이 이용된다. 이 경우, 여기에서의 전형적인 방식으로 측정 장치의 가능한 드리프트 내지 설비 거동의 변동을 고려하지 않는 고정된 한계 값들이 이용된다.

[0010] 그 밖에도, 선택된 단일의 입력 변수와 기대되는 목표 변수들 사이에 분명하고 교과서적인 관계는 존재하지 않는다. 이는, 그에 상응하게, 전로 공정의 종료 상태가 많은 영향 변수의 결과라는 사실, 요컨대 예를 들면 랜스 작동 모드들, 반응성 슬래그들의 형성 등에 따라서 결정된다는 사실뿐만 아니라, 각각의 입력 변수들의 측정치는 잘못된 해석을 초래할 수 있는 변동과 관련되어 있다는 사실도 정당하게 평가하지 못한다. 예컨대 폐가스 분석 시스템들의 시료 채취 배관들은 오랜 시간에 걸쳐 추가될 수 있거나, 또는 폐가스 시스템 내에서의 변화를 통해, 예컨대 폐기스 시스템 내 상이한 조정 링 위치들 또는 압력 조절들을 통해, 탈탄소화 진행 정도와 측정된 폐가스 함량 사이의 관계를 왜곡시킬 수 있는, 정의되지 않은 잘못된 공기량이 흡입될 수 있다. 그 밖에도, 가스들이 여전히 냉각되고 정화되어야 하기 때문에, 시료 채취와 분석 간에 분명한 시간 지연도 존재한다.

[0011] 그 밖에도, 세계과학공학 및 기술아카데미(World Academy of Science, Engineering and Technology) 62호(2010년) 434쪽 이하에 실린 Ling-Fei Xu, Quiezau 등의 논문 "SVM을 이용한 BOF의 신호 스펙트럼 종료점 예측(Signal spectrum endpoint predict of BOF with SVM)"에는, 값들의 수치 예측을 위한 기계적 학습 알고리즘인 SVM(Support Vector Machine, 지원 벡터 기계)을 이용한 BOF 전로에서의 취입 종료점을 결정하는 점이 기술되어 있다. 이 예시에서 결정은 전로 화염의 광도에 따라서 실행된다.

[0012] 학술지 Optica Applicata(2008년01월01일) 693쪽 ~ 704쪽에 실린 Hong-Yuan Wen 등의 논문 "스펙트럼상 분석 및 개선된 신경망 알고리즘을 이용한 전로 종료점 예측 모델(Converter end-point prediction model using spectrum image analysis and improved neural network algorithm)"은, 전로 개방의 상 분석의 정보들 및 스펙트럼 측정치들을 기반으로 전로 내 취입 종료점을 예측하기 위한 방법을 기술하고 있다.

[0013] 학술지 Proceedings of Spie, 제7283권(2009년05월11일), 728327-1쪽 ~ 728327-4쪽에 실린 Hongyuan Wen 등의 논문 "BOF 종료점 예측을 위한 SVM 및 화염 방사선의 결합(Combining SVM and Flame Radiation to Forecast BOF End-point)"에서는, 전로에서 취입 종료점을 사전 결정하기 위해 SVM 방법이 이용된다.

[0014] WO 2013/034463 A1은 응고 단계 동안 액상 금속으로 주조된 재료 섹션 또는 재료 블록 내 온도 분포의 개량된 계산 및 예측을 위한 방법을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명의 과제는, 전술한 종래 기술을 기반으로 하여, 전로 공정들을 예측하고, 제어하고, 그리고/또는 조절하

기 위한 추가로 개량된 방법을 명시하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기 과제는, 청구항 제1항의 특징들을 갖는 방법을 통해 해결된다. 바람직한 개선예들은 종속 청구항들에서 제시된다.

[0017] 그에 상응하게, 전로 공정들의 예측, 제어, 및/또는 조절을 위한 방법은, 목표 변수와 관련된 2개 이상의 입력 변수를 모니터링하는 단계와, 회귀 분석 또는 분류 방법을 이용하여 2개의 입력 변수와 하나 이상의 목표 변수 사이의 관계를 결정하는 단계와, 제강 공정의 예측, 제어 및/또는 조절을 위해 결정된 목표 변수를 이용하는 단계를 포함한다.

[0018] 2개 이상의 입력 변수로부터 회귀 분석 또는 분류 방법에 의해 목표 변수가 결정되는 점, 또는 입력 변수들과 목표 변수들 사이의 관계가 회귀 분석 또는 분류 방법에 의해 결정되는 점을 통해, 상응하는 야금 공정들은 더 정확하게 예측될 수 있으며, 각각의 제품에 대해 사전 설정되는 목표 변수들의 값들, 예컨대 출탕 온도 및 화학적 조성은 상대적으로 더 높은 정밀도로 달성될 수 있다.

[0019] 또한, 이 경우, 복수의 입력 변수는 복수의 목표 변수와 관계를 가질 수 있으며, 그럼으로써 특히 전로 공정에서 용탕의 제품 특성들, 예컨대 취입 종료점에서의 출탕 온도, 탄소 최종 함량, 인 최종 함량, 슬래그의 철 함량 등이 동시에 예측될 수 있다.

[0020] 2개의 입력 변수가 각각 하나의 목표 변수와 관계를 갖는다는 점은 두 입력 변수의 변화량이 각각 목표 변수의 정해진 특성 내지 그 변화량을 추론하게 한다는 점을 의미한다. 예컨대 폐가스 조성 및 전로 화염의 방사 용량을 통해 용탕의 탄소 최종 함량이 결정될 수 있다. 취입 랜스의 진동과 조합된 전로 상의 소음 측정치(sound measurement)는 인 최종 함량 내지 슬래그 내의 철 산화물 함량에 대한 추론을 허용한다. 다시금 출탕 온도는 예컨대 폐가스 온도를 통해, 그리고 측정된 전력 손실을 통해 결정될 수 있다.

[0021] 본원의 방법은 바람직하게는 시간 간격 내에 각각의 제강 공정들의 신뢰성 있는 제어를 가능하게 하기 위해 실시간으로 실행된다.

[0022] 바람직하게는 목표 변수의 결정을 위해 SVM(지원 벡터 기계) 방법이 이용된다. SVM 방법은 분류를 위해서뿐만 아니라 회귀를 위해서도 이용될 수 있다. 언급한 입력 변수들과 각각의 언급한 목표 변수들 사이에서는 교과서 지식에 의해 결정되는 분명한 관계들이 문제되지 않기 때문에, 여기서 종래의 모델링은 불가능하다. 그러나 SVM에 의해, 각각의 결정된 입력 변수들을 기반으로 목표 변수가 추론될 수 있다. 이를 위해, 자연히, SVM은 이 SVM이 필요한 학습 과정을 실행할 수 있는 기반이 되는 데이터 베이스를 이용할 수 있어야 한다. 이를 위해, 바람직하게는, 정적 및 동적 입력 변수들의 조합, 동적 입력 변수들의 변환, 및/또는 동적이고, 조합되고, 그리고/또는 변환된 입력 변수들의 집약(aggregation)으로 구성될 수 있는 입력 변수들의 전처리가 실행될 수 있다.

[0023] 그 밖에도, 바람직하게는, SVM 방법은, 각각의 전로 공정의 종료 후에, 용탕의 출탕 온도 및 그 화학적 조성이 직접적으로 측정되며, 그리고 측정된 관계들은 학습 과정의 추가 개량을 위해 SVM으로 제공된다.

[0024] 바람직하게는 동적 입력 변수들, 다시 말하면, 예컨대 랜스 진동, 폐가스 조성, 폐가스 온도, 소음 레벨, 냉각수 온도, 랜스 가이드 등 외에도, 정적 입력 변수들도 SVM 알고리즘에서 이용된다. 이런 정적 입력 변수들은 예컨대 전로 노화도(converter age), 랜스 노화도(lance age), 장입 및 추가 재료의 양과 그 유형 등이다. 원칙상, SVM 알고리즘에 의해, 임의의 많은 입력 변수가 정해진 목표 변수와 관계를 가질 수 있다.

[0025] 여기서 정적 입력 변수들은, 예컨대 장입 중량 또는 분석, 또는 예컨대 전로 및 랜스의 초기 마모 상태와 같은 이용되는 수단들의 이산 특성 및 상태처럼 불연속 시점들에서 측정되고 검증되는 입력 변수들을 의미한다.

[0026] 동적 입력 변수들은, 예컨대 폐가스 온도, 폐가스 분석, 소음 및 진동 측정치들 등과 같이, 계속해서, 그리고 실질적으로 지속적으로 전로 공정 동안 검출되는 입력 변수들을 의미한다.

[0027] 본원의 방법의 정밀도의 개량은 예컨대 각각 실제로 측정되는 입력 변수들 외에도 모델 계산들의 결과들도 SVM 방법의 예측 계산들에 포함되는 것을 통해 달성된다. SVM은 입력 변수들과 각각의 목표 변수들 사이의 관계를 형성할 수 있는 근거가 되는 최대한 폭넓은 데이터 베이스를 필요로 한다. 입력 변수들과 목표 변수들 사이에서 확인된 관계들을 형성할 수 있는 모델 계산들에 의해서는 상기 데이터 베이스가 개량될 수 있다.

[0028] 측정 장치들의 드리프트들을 보상하기 위해, 예컨대 가장 최신 입력 변수들 및 측정 데이터들은 더 많이 가중될

수 있다. 바람직하게 측정 데이터들은, 바람직하게는 가장 최신 측정 데이터들의 더 많은 가중을 통해, 측정 데이터들의 측정 오류의 지속적인 변화량을 상쇄시키기 위해, 상이하게 가중된다.

[0029] 그 밖에도, 바람직하게는, 취입 종료점의 더 정확한 예측 외에, 용탕 내의 목표 변수들의 값들과 각각의 입력 변수들 사이의 관계들이면서, 예컨대 정해진 용탕 온도의 달성을 위해 어느 정도의 가열매체 또는 냉각매체가 이용되는지와 같은, 공정의 최종 특성들에 목표한 반대로 영향을 주기 위한 설정 값들이 유도되는 상기 관계들도 형성된다.

[0030] 그 밖에도, 바람직하게는, 변하는 한계 조건들, 예컨대 전로의 노화에 대한 SVM에서 각각 학습되는 관계들의 동적 매칭을 실행하기 위해, 공정 과정 중에 가장 최신 데이터들이 동적으로 이용된다. 그 밖에도, SVM 방법에서 입력 변수로서 이용될 수 있는 예컨대 BOF 공정에서의 폐가스 분석들은 상응하는 폐가스 가이드 튜브들의 내부에서 증가하는 분진 침착물로 인해 저하된다. SVM 방법에서 학습되는 관계들의 지속적인 매칭을 통해, 그리고 예컨대 마찬가지로 용탕의 탄소 함량과 관계가 있는 전로 화염의 광 방출과 같은 또 다른 입력 변수들의 동시 사용을 통해, 개별 입력 변수들의 상응하는 변위는 보상될 수 있다.

[0031] 여기서 바람직하게는, SVM 방법은 고차원으로 운영될 수 있으며, 다시 말해 많은 입력 변수가 고려될 수 있다. 그 밖에도, SVM 방법은 비선형 문제들에도 적용될 수 있으며, 그럼으로써 각각의 취입 종료점의 결정 내지 목표 변수들의 예측은 전로 내에서 실질적으로 비선형인 공정들에서도 신뢰성 있게 해결될 수 있다.

[0032] 바람직하게는 용탕의 탄소 최종 함량의 결정을 위해, 폐가스 조성 및 전로 화염의 방사 용량이 동적 입력 변수로서 이용될 수 있다. 인 최종 함량 및/또는 슬래그 내 철 산화물 함량의 결정을 위해서는 전로 상의 소음 및 취입 랜스의 진동이 동적 입력 변수들로서 이용될 수 있다. 출탕 온도의 결정을 위해서는 폐가스 온도, 및 폐가스의 냉각 시스템에서 나타나는 전력 손실이 동적 입력 변수들로서 이용될 수 있다.

[0033] 그 밖에도, 제안되는 방법은, 예컨대 금속 용탕의 최종 특성으로서의 또 다른 목표 변수들을 위해서도 이용된다. 예컨대 BOF 공정에서 슬래그 추출에 대한 성향이 목표 변수로서 결정될 수 있으며, 그리고 예컨대 소음 측정치, 랜스 진동, 폐가스 측정치 등처럼 여기서 관계가 있는 측정 변수들의 동시 모니터링을 통해 대책을 필요로 하는 기준들을 동적으로 결정할 때, 즉 한계 조건들, 다시 말해 예컨대 선철의 규소 함량, 하급의 스크랩 종류 등을 더 정확하게 고려할 때 신뢰성 있으면서 정확한 예측을 달성할 수 있다.

[0034] 본 발명의 바람직한 추가 실시예들 및 양태들은 도면의 하기 설명내용에서 더 상세하게 설명된다.

도면의 간단한 설명

[0035] 도 1은 본 발명의 개략적 흐름도를 나타낸 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0036] 도 1에는, SVM 알고리즘을 이용하는 방법이 개략적으로 도시되어 있다. 이 경우, 정적 입력 변수들은, 예컨대 전로 노화도, 랜스 노화도, 선철의 분석 등과 같은 정적 공정 변수들의 형태로 제공되어 SVM 알고리즘으로 공급된다. 그 밖에도, 또한, 정적 입력 변수들은, 예컨대 냉각매체량, 스크랩량 등과 같은 정적 작동 파라미터들의 형태로 제공되어 SVM 알고리즘으로 공급된다.

[0037] 그 밖에도, 동적 입력 변수들도 예컨대 랜스 진동, 폐가스 조성, 폐가스 온도, 소음 레벨, 냉각수 온도 등과 같은 동적 공정 변수들의 형태로, 바람직하게는 전처리 단계, 특히 변환 단계 후에 SVM 알고리즘으로 공급된다. 그 밖에도, 또한, 동적 입력 변수들은 예컨대 랜스 가이드 등과 같은 동적 작동 파라미터들의 형태로 바람직하게는 전처리 단계, 특히 변환 단계 후에 SVM 알고리즘으로 공급된다.

[0038] SVM에 의해, 목표 변수에 대한, 예컨대 기대되는 용탕 온도, 용탕 조성 및/또는 슬래그 조성에 대한 예측이 실행될 수 있다. 목표 변수들의 정해진 설정 값들과 목표 변수들의 진단 사이의 이격 간격은 최적화될 함수로서 해석될 수 있다. 이런 함수는, 예컨대 가열매체 또는 냉각매체 첨가, 랜스 가이드, 및 차단 기준들과 같은 작동 파라미터들과 관련된 다기준 최적화 방법에 의해 최적화될 수 있다. 그런 다음, 파레토 최적해(Pareto optimal solution)를 달성한 결정된 작동 파라미터들의 양에서 해가 선택될 수 있고 그에 따라 그에 상응하게 새 작동 파라미터들이 결정될 수 있다.

[0039] 입력 변수들은 공정 시퀀스 동안, 그리고 그 후에 측정되고 결정되는 변수들을 의미한다. 직접 측정 가능한 변수들은 예컨대 서브랜스 내지 "퀵 밤"을 통해 측정되는 금속 용탕의 온도 및 그 조성이다. 간접적인 입력 변수들은, 그로부터 예컨대 전로 내의 소음 레벨, 취입 랜스의 진동, 전로 화염에서의 광학 측정치, 폐가스 측정치

등과 같은 목표 변수가 추론되지만, 그러나 상기 목표 변수와 교과서적인 관계는 없는 변수들이다.

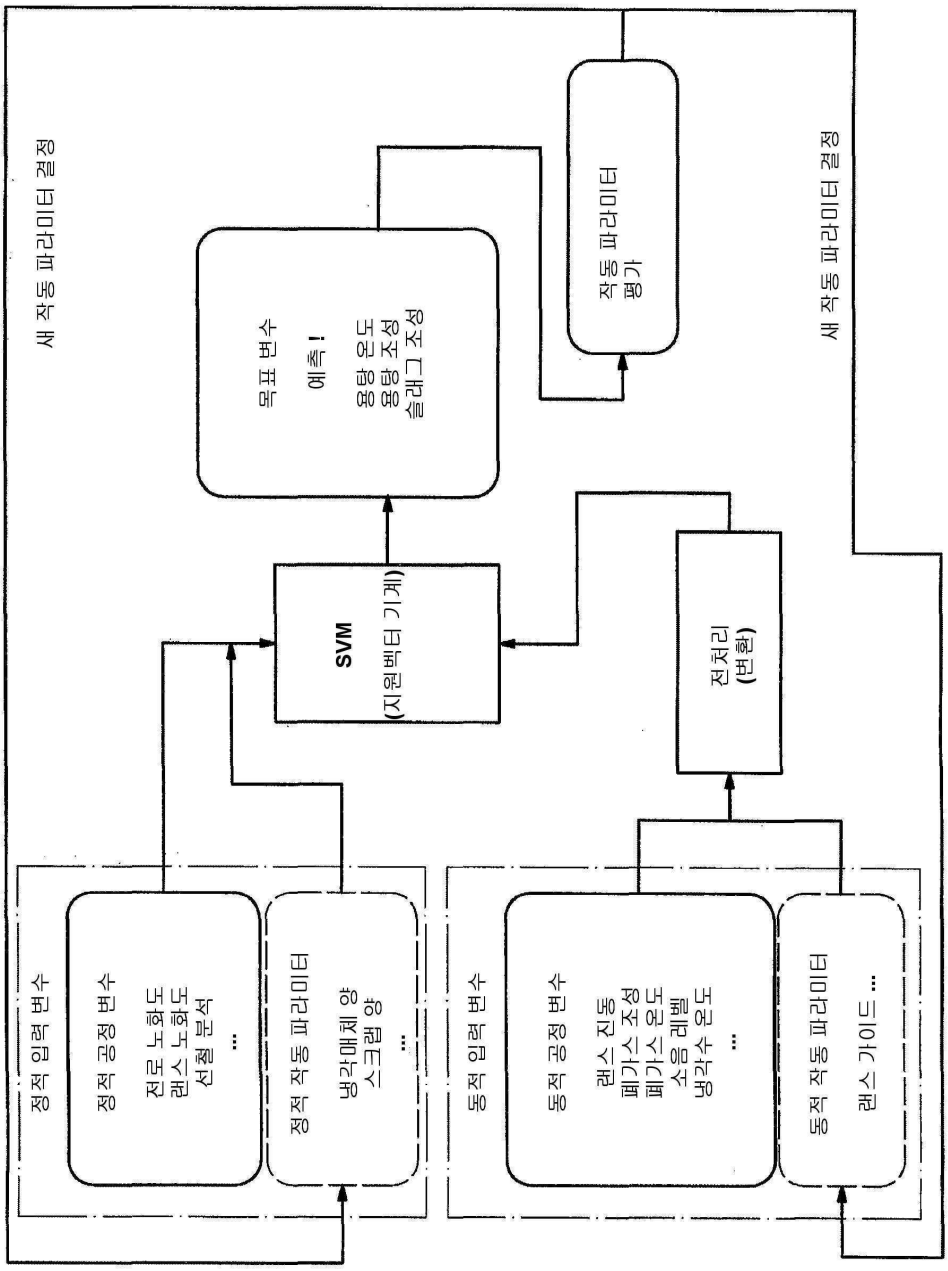
[0040] 목표 변수는 제강 공정에 의해 달성되어야 하는 제품의 특성을 명시하는 변수이다. 상이한 금속 용탕들 내지 상이한 적용 분야들에 대해 목표 변수는 상이한 값들을 취할 수 있다. 목표 변수들은 예컨대 용탕 및 슬래그의 출탕 온도 및 그 화학적 조성이다. 보통은, 예컨대 금속 용탕의 출탕 온도, 탄소 함량 및 인 함량에 대해 양이 파레토 최적해에 의해 결정되는 방식으로 최적화되어야 하는 복수의 목표 변수도 제공된다.

[0041] 여기서 작동 파라미터들은, 각각의 제강 공정의 안내, 제어 및/또는 조절을 위해 이용되는 파라미터들을 의미한다. 이런 작동 파라미터들에 속하는 경우는 예컨대 스크랩 조성, 야금 용기 내 장입 후 선철 탄소의 초기 함량, 전로 내에서 고체 장입 및 추가 재료들의 분포, 냉각매체 공급, 에너지 공급, 전로 공정에서 취입 시간, 공정 시간 내지 출탕 시점 등이다. 그에 상응하게, 작동 파라미터들은 각각의 야금 공정 내지 제강 공정을 안내할 수 있고 영향을 미칠 수 있는 실제 값들이다.

[0042] 적용 가능한 점에 한해, 개별 실시예들에서 제시되는 모든 개별 특징들은 본 발명의 범위에서 벗어나지 않으면서, 서로 조합되고, 그리고/또는 교환될 수 있다.

도면

도면1


새 작동 파라미터 결정
정적 입력 변수
정적 공정 변수
전로 노화도
랜스 노화도
선철 분석
...
정적 작동 파라미터
냉각매체 양
스크랩 양
...
동적 입력 변수
동적 공정 변수
랜스 진동
퓸가스 조성
퓸가스 온도
소음 레벨
냉각수 온도
...
동적 작동 파라미터
랜스 가이드 ...
전처리
(변환)
SVM
(지원벡터 기계)
목표 변수
예측 !
용탕 온도
용탕 조성
슬래그 조성
작동 파라미터
평가
새 작동 파라미터 결정