



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0049552
(43) 공개일자 2014년04월25일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 <i>F23K 3/02</i> (2006.01) <i>F23N 1/02</i> (2006.01)
 <i>F23N 5/18</i> (2006.01) <i>G01F 1/64</i> (2006.01)
 <i>G01F 1/712</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2014-7003713</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2012년07월11일
 심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2014년02월12일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/DE2012/000696</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2013/007239
 국제공개일자 2013년01월17일</p> <p>(30) 우선권주장
 10 2011 107 195.8 2011년07월13일 독일(DE)</p> | <p>(71) 출원인
 프로메콘 프로세스-운트 메스테크닉 콘라츠 게임 베하
 독일 테-39179 바르레벤 슈타인펠트스트라제 5</p> <p>(72) 발명자
 콘라드스 한스 조르그
 독일 30625 하노버 발모텐스트라제 60
 할름 알렉산더
 독일 39291 호헨바르테 하우스프스트라제 2
 뵘 마르틴
 독일 39110 마그데부르크 쉘프맥커 베그 5</p> <p>(74) 대리인
 박장원</p> |
|---|---|

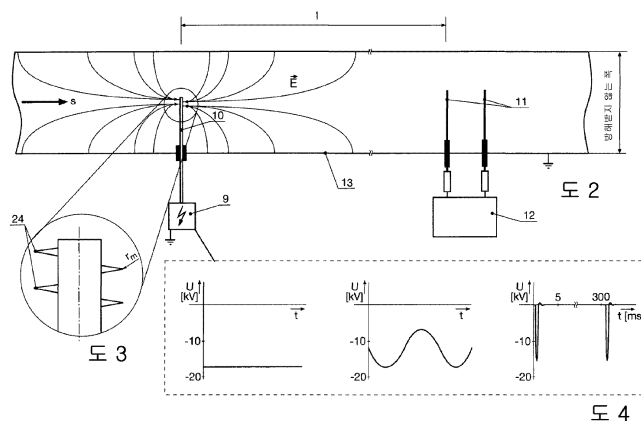
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 석탄 화력 발전소의 연소 시스템에서 지면 석탄 연소에 있어서 연료-공기비를 제어하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명은 석탄 화력 발전소의 연소 시스템의 버너(16)에 지면 석탄을 공압으로 이송하기 위한 수단과 석탄 화력 발전소의 연소 시스템의 버너(16) 또는 연소실(15) 내로 연소용 공기를 공급하는 수단을 포함하고, 여기에서 연소용 공기의 공기량과 캐리어 공기량이 제어되는, 석탄 화력 발전소의 연소 시스템 내에 지면 석탄의 연소에 연료-공기비를 제어하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 목적은 고신뢰성을 가진 연료-공기비 제어를 제공하며, 연소용 공기량의 측정 및 캐리어 공기량의 측정은 공기류 내에 배열된 센서(11)에 의해 얻어진 전기 신호를 측정하여 상관 측정 방법에 따라 실행된다. 본 발명에 따라서, 상기 목적은 공기량 측정 장치에 의해 달성되고, 상기 장치는 공기류 방향(s)에서 공기류에서 차례로 배열된 두 개의 센서(11)로 정전기 유도에 의해 생성된 신호를 평가하는 상관 측정 장치를 포함한다. 전극(10)은 $0.1\text{mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가진 윤곽을 가진 전극은 공기를 수송하는 도관의 유동 단면의 내부 폭 1x보다 크고 공기를 수송하는 도관의 유동 단면에서 센서(11) 영역에서 공기를 수송하는 도관의 유동 단면의 내부 폭 10x보다 작은 거리(1)에서 센서(11)의 정면에 공기의 유동 방향(s)으로 배열되어 있다. 전극(10)에 대하여 전기적으로 작용하는 전극(13, 25)은 전극(10)과 대향 전극(11) 사이에서 공기의 유동 방향(s)으로 배열되어 있고, 전극(10)과 대향 전극(13, 25)은 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압(U)을 가진 고전압원(9)의 전극에 연결되어 있다. 전극(10)과 대향 전극(13, 25)은 석탄 화력 발전소의 연소 시스템의 시동 국면 동안, 또는 체크 목적을 위해서 또는 10m/s의 유속일 때에만 특별히 고전압원(9)에 접속된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

지면 석탄을 석탄 화력 발전소의 버너에 공압으로 이송하는 수단과 석탄 화력 발전소의 버너(16) 또는 연소실(15)에 연소 공기를 공급하는 수단을 구비하고, 공기의 유동 방향으로 배열된 적어도 다음 장치: 대기로부터 신선한 공기를 유입하기 위한 신선 공기 블로워(2)와, 지면 석탄을 장입하기 위한 캐리어 공기로서 유입된 신선한 공기의 일부를 이송하기 위한 밀 팬(3)과, 석탄 화력 발전소의 연도 가스 열을 이용하여 유입된 신선한 공기와 캐리어 공기의 일부를 예열하기 위한 공기 예열 히터(4)와, 연소실(15) 내로 유입되는 연소 공기의 양을 제어하기 위한 공기류 제어 장치와 지면 석탄의 공압 이송에 사용되는 캐리어 공기의 양을 제어하는 공기류 제어 장치와 연소실(15) 내로 유입되는 연소 공기의 양과 지면 석탄의 공압 이송에 사용되는 캐리어 공기의 양을 측정하는 측정 장치(12, 20, 21)와, 미리 결정된 양의 지면 석탄의 측정된 공급량을 버너(16)에 공급하기 위한 장치(7, 14)를 구비하고, 공기 체적 측정 장치(12, 20, 21)를 위하여 상관법 측정 장치(12)는 공기의 유동 방향으로 공기류에 연속 배열된 두 개의 센서에 의해 발생된 신호를 평가하도록 구비되는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치에 있어서,

$0.1\text{mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가지는 전극 형상을 가진 전극(10)은 센서(11) 영역에서 공기를 수송하는 채널의 유동 단면의 $<1 < 10x$ 방해받지 않는 폭에서 공기를 수송하는 채널의 유동 단면의 $1x$ 의 방해받지 않는 폭을 가진 거리(1)로 상관 측정 장치(12)의 센서(11)의 공기 상류의 유동 방향(s)에서 공기를 수송하는 채널의 유동 단면에 배열되고, 센서(11) 영역에서 공기를 수송하는 채널의 유동 단면의 $<1 < 5x$ 방해받지 않는 폭에서 공기를 수송하는 채널의 $3x$ 의 방해받지 않는 폭을 가지고 배열되는 것이 바람직하고, 상기 거리(1)는 전극(10)과 공기의 유동 방향(s)으로 연속 배열된 두 개의 센서(11) 중의 제1 센서(11) 사이의 거리이고, 상기 전극(10)에 대하여 전기적으로 동작가능한 대향 전극(13, 25)은 공기의 유동 방향(s)의 적어도 단면에서 센서(11)의 상류에 배열되고, 상기 전극(10)과 대향 전극(13, 25)은 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$, 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압(U)을 가진 고전압원의 다른 전극에 연결되는 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

공기를 수송하는 채널의 채널벽(13)이 전기적으로 도전체이면, 상기 채널벽(13)은 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열되어 있는 전극(10)에 대하여 대향 전극으로서 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

전기 도전성 로드(25) 또는 채널 단면의 적어도 절반에 걸쳐 있는 와이어는 전극(10)의 하류와 센서(11)의 상류에서 공기의 유동 방향으로 배열되어 있고, 전기 도전성 로드(25) 또는 와이어는 전극(10)에 대향 전극으로서 전기적으로 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 4

청구항 1 내지 청구항 3 중 어느 한 항에 있어서,

공기를 수송하는 채널의 유동 단면에 음극으로서 배열된 전극(10)은 음극에 접속되어 있고 대향 전극(13, 25)은 그라운드 포텐셜에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

공기를 수송하는 채널의 유동 단면에 배열된 전극(10)은 $0.1\text{mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가진 윤곽을 가지는 하나의 팁 또는 복수의 팁(24) 또는 블레이드를 구비하거나 $0.1\text{mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가진 와이어로서 형성된 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 6

청구항 1 내지 청구항 5 중 어느 한 항에 있어서,

공기를 수송하는 채널의 유동 단면에 배열된 전극(10)은 유동 단면 내로 돌출하는 로드로서 형성되고 공기를 수송하는 채널의 벽(13)에 대하여 절연되어 있고 유동 단면으로 돌출된 전극(10)의 단부는 유동 단면의 대략 중심까지 연장되어 있고 $0.1\text{mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가진 적어도 하나의 팁(24) 또는 블레이드를 포함하는 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 7

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 한 항에 있어서,

공기의 유동 방향(s)에서 공기류에 연속 배열된 두 개의 센서(11)에서 정전기 유도에 의해 발생된 신호를 평가하는 복수의 상관 측정 장치(12.1, 12.2)는 공기를 수송하는 채널 내에 배열된 전극(10)의 공기 하류의 유동 방향(s) 내에 구비된 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상관 측정 장치(12.1, 12.2)는 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열된 전극(10)의 공기 하류의 유동 방향(s)에 구비되어 있고 공기의 유동 방향으로 공기를 수송하는 채널의 분기에 구비되고 공기의 유동 방향(s)으로 공기류에 연속 배열된 두 개의 센서(11)에서 채널의 개별 분기 내에서 정전기 유도에 의해 발생된 신호를 평가하는 상관 측정 장치(12.1, 12.2)를 구비한 것을 특징으로 하는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 장치.

청구항 9

청구항 1 내지 청구항 7에 따른 석탄 화력 발전소의 버너(16) 또는 연소실(15) 내로 연소 공기를 수송하는 수단과 석탄 화력 발전소의 버너(16)에 지면 석탄을 이송하는 수단을 구비하고, 연소 공기 체적 측정과 캐리어 공기 체적 측정은 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내의 공기의 유동 방향으로 연속 배열된 센서(11)에 의해 생성된 신호의 평가에 기초하여 상관법으로 실행되는 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연소에 있어서의 연료-공기비를 제어하는 방법에 있어서,

공기, 공기류의 적어도 일부의 유동 방향(s)에서 센서(11)의 상류는, 공기류의 적어도 일부는 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$, 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압(U)을 수송하고, $0.1\text{mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가진 전극 윤곽을 가지는 전극(10)의 효과에 노출되고, 이 때문에 공기류의 일부는 이온화되고, 센서(11)는 전압(U)에 의해 구동되는 이온류와 전극(10)과 대향 전극(13, 25) 사이의 유동에 직접 영향에 노출되지 않는 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 전극(10)은 일정한 음의 전압(U)이 인가되는 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 11

청구항 9에 있어서,

상기 전극(10)은 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$, 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 사이의 최대치를 가진 시간-변이 전압(U)을 인가하는 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 12

청구항 9에 있어서,

상기 전극(10)은 $12kV \leq U \leq 20kV$, 바람직하게는 $15kV \leq U \leq 17kV$ 사이의 최대치를 가진 펄스 전압(U)을 인가하고 펄스 지속 기간은 대략 1ms인 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 전극(10)은 $12kV \leq U \leq 20kV$, 바람직하게는 $15kV \leq U \leq 17kV$ 사이의 최대치를 가진 펄스의 수(n)가 주기적으로 인가되고, 여기에서 $2 \leq n \leq 10$ 이며 펄스 지속 기간은 대략 1ms이고, n 펄스의 지속 기간은 0.2 내지 3.0s, 바람직하게는 1.0 내지 1.5s 사이에 있는 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 14

청구항 12 또는 청구항 13에 있어서,

공기를 수송하는 채널의 유동 단면에서 공기의 유동 방향에 연속 배열된 센서(11)에서 정전기 유도에 의해 생성된 신호의 평가는 전극(10)에 인가되는 전압(U)으로 펄스에 대하여 시차를 가진 상관 측정 방법으로 실행되는 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

전압(U)의 펄스치와 상관 측정 방법에 따른 정전기 유도에 의해 센서(11)에서 발생된 신호의 평가치 사이의 시차는 5ms 내지 150ms, 바람직하게는 8 내지 70ms사이인 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

청구항 16

청구항 9 내지 청구항 15 중 어느 한 항에 있어서,

석탄 화력 발전소가 회생식 공기 예열 히터(4)를 구비하면, 전극(10)은 캐리어 공기 내로 지면 석탄이 투입되지 않을 때, 이 때문에 비산 재 입자가 회생식 공기 예열 히터(4)를 경유하여 신선한 공기로 도입되지 않고 또는 연소 공기의 유속 또는 캐리어 공기의 유속은 10m/sec값 이하로 떨어지거나 연료-공기비의 제어는 정상적인 발전 운전 동안에 체크 될 때에만 전압이 인가되는 것을 특징으로 하는 연료-공기비 제어 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 석탄 화력 발전소가 공기의 유동 방향으로 적어도 다음의 장치: 외부로부터 신선한 공기를 유입하기 위한 신선 공기 블로워와, 지면 석탄을 수송하기 위한 캐리어 공기로서 유입된 신선한 공기의 일부를 이송하기 위한 밀 팬(mill fan)과, 유입된 신선한 공기와 석탄 화력 발전소의 연도 가스를 사용하여 캐리어 공기의 일부를 예비 가열하는 공기 예열 히터와, 연소실 내로 유입되는 연소 공기의 양을 제어하기 위한 공기 유동 제어 장치와, 지면 석탄을 공압 이송하기 위하여 사용되는 캐리어 공기를 제어하기 위한 공기 유동 제어 장치와 함께 석탄 화력 발전소의 연소실 내로 유입되는 연소 공기의 양을 측정하기 위한 측정 장치와, 버너에 대한 지면 석탄의 미리 설정된 양의 측정된 공급을 하기 위한 장치를 구비하고 있는 경우, 석탄 화력 발전소의 버너에 지면 석탄을 공압으로 이송하기 위한 수단과 함께 버너 및/또는 석탄 화력 발전소의 연소실에 연소 공기를 공급하기 위한 수단을 구비한 석탄 화력 발전소의 연소 시스템에서 지면 석탄 연소에 있어서 연료-공기비를 제어하기 위한 장치에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 또한 상기 특징들 중 적어도 하나를 가진 석탄 화력 발전소에서 연료-공기비를 제어하기 위한 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 석탄 화력 발전소에서 연료-공기비의 제어는 실제로 공급되는 연료의 완전 연소를 달성하거나 연소 공정에

서 미리 결정된 화학량론을 유지하고 높은 에너지 효율을 달성하고 낮은 배출치를 유지하기 위하여 특히 중요하다. 그러므로, 석탄 화력 발전소의 연소 시스템은 부하 요구에 어울리도록 버너에 미리 결정된 연료의 양을 측정치대로 공급하기 위한 적절한 장치를 가지며, 공급되는 연료의 양에 따라 버너 또는 연소실에 공급되는 공기의 양을 제어하도록 구성된 제어 장치를 가진다. 이러한 목적을 위하여, 측정 장치는 연소실에 공급되는 공기의 양, 즉 연소 공기양과 캐리어 공기의 양을 정확히 측정하는 것이 요구된다. 상기 두 가지는 부하에 따라 연소 공정에서 최적으로 조절될 필요성이 있고, 연료의 양과 캐리어 공기의 양은 부하 요구에 따라 미리 선택되고 연소 공기의 양은 미리 결정된 화학량론적 연소를 달성하도록 제어된다.

[0004] 실제로는, 석탄 화력 발전소에서, 미리 결정된 양의 지면 석탄이 각각 개별 버너 또는 버너 그룹에 공급되고 이러한 버너 또는 이러한 버너 그룹에 공급되는 공기의 양은 미리 결정된 화학량론적 연소를 달성하도록 지면 석탄에 대하여 미리 선택된 양으로 제어되며, 모든 버너에 공급되는 지면 석탄의 전체 양이 선택되는 경우에 이러한 보일러의 모든 버너 또는 보일러에 공급되는 모든 공기량이 제어된다.

[0005] 각각의 경우에 있어서, 연소 공기의 양의 적절한 제어를 실현하기 위하여 개별 버너 또는 버너 그룹에 대한 보일러 또는 보일러의 모든 버너 또는 전체 보일러에 공급되는 공기량을 측정할 필요가 있고 이에 의해 연소 공정을 조절할 수 있다.

[0006] 더욱이, 버너에 지면 석탄을 공급하는 공압 이송 장치를 가진 연소 화력 발전소에 있어서, 공압 석탄 이송 장치의 캐리어 공기의 양이 제어된다. 이러한 제어 장치는 또한 캐리어 공기의 양의 측정을 요구된다.

[0007] 석탄 화력 발전소에서 공기 유동은 차동 압력 측정 장치를 사용하여 압력 센서로 대개 측정된다. 이러한 목적으로 위하여, 압력 센서가 파이프 또는 연소 공기를 수송하는 도관 시스템에 설치되고 캐리어 공기를 수송하는 파이프 또는 도관 시스템에 설치된다. 채널 내의 유속은 측정 압력에 기초하여 결정될 수 있고, 각각의 공기의 양은 채널 기하에 의해 결정된다. 바람직하게는, 압력 센서는 채널 단면에 직접 설치되지 않으나 소위 임펄스 라인을 통하여 공기를 수송하는 채널에 연결될 수 있다.

[0008] 석탄 화력 발전소의 에너지 효율을 개선하기 위하여, 신선한 공기를 예열하는 것이 보통이다. 종종, 회생식 공기 예열 히터가 사용된다. 회생식 공기 예열 히터에 있어서, 통상적으로 매끄러운 시트이거나 골판지형 금속 시트인 저장 매스(mass)는 열간 연도 가스로 우선 가열되고 이어서 신선한 공기로 냉각되고, 이에 의해 열이 연도 가스로부터 신선한 공기로 전달된다. 이는 신선한 공기 내에 재 입자가 날아다니는 것을 수반하게 된다. 이는 석탄 화력 발전소 운전 중에 임펄스 라인 또는 압력 센서를 규칙적으로 오염시키게 된다. 그러므로, 지속적인 청소와 유지 보수 작업이 필요하다. 불합리하게도, 압력 센서의 오염의 정도는 측정이 연속적인 운전에 에러를 일으킬 주요한 원인이 되기 때문에 측정된 차동 압력에 기초하여 명백하게 결정할 수 없게 된다. 이는 고비용으로만 검출할 수 있는 공기 체적 측정에 있어서 등락을 야기한다. 이는 연료-공기비의 부정확한 제어로 유도되고 효율 감퇴를 수반하고 오염 물질의 배출이 증가 되게 한다.

[0009] 측정 장치는 종래 기술에서 잘 공지되어 있는데 이는 입자가 붙어 있는 유동 매체의 유동 방향으로 연속적으로 배열된 센서로부터의 마찰 전기 효과를 평가한다. 이러한 측정 장치는 입자가 묻어 있는 유동 매체의 유속을 결정할 뿐만 아니라 유동 매체의 부하를 또한 결정한다. 예를 들면, DE 69634249 T2는 가스와 분진의 합성물의 체적 유동의 속도, 체적 유동 내의 가스와 분진의 비율, 체적 유동 내에 배열된 두 개의 센서 부품에서의 마찰 전기 효과를 평가하여 유동하는 분진 유동체 내에서의 와류의 정도를 결정하는데 사용되는 측정 시스템을 개시한다. 이러한 측정 시스템은 분진이 포함되어 있는 가스 유동 내에서 공압으로 이송되는 분말 고체의 양을 결정할 수 있다. 측정 시스템은, 예를 들면 공정에 공급되는 분말 고체의 양을 제어하는데 사용될 수 있다. 공압에 의해 파이프 라인을 통하여 버너로 이송되는 석탄 분진의 양을 결정하는 방법은 US 4,512,200 A호로 공지되어 있는데, 여기에서 석탄 분진의 마찰 전기 효과는 공압으로 이송되는 석탄 분진 양을 결정하기 위하여 유동 방향에 연속으로 배열된 센서로 또한 평가된다.

[0010] 입자가 포함되어 있는 매체의 유동 방향으로 연속 배열된 센서에서의 마찰 전기 효과를 평가하여 입자 포함 유동 매체의 로딩과 유동 속도를 결정하기 위한 방법과 상기한 측정 시스템은 유동 매체 내에서 이송되는 입자상 고체의 양을 결정하는데 매우 적절하다. 이들 시스템과 방법은 고신뢰성 및 고정밀도로 또한 적용된다. 그러나, 파이프라인 시스템에서 이송되는 입자의 로딩없는 가스의 체적 유동을 결정하는 데에는 실패하였다.

[0011] 그러므로, 석탄 화력 발전소에서 지면 석탄의 연소에 있어서 연료-공기비를 제어하는 방법이 DE 10 2008 030 650 A1호에 제안되어 있는데, 여기에서 신선한 공기를 예비 가열하는 회생식 공기 예열 히터가 사용되고, 연소 공기의 유동량과 캐리어 공기량은 상관법을 사용하여 공기의 유동 방향으로 공기 유동 방향으로 연속 배열된 센

서로 마찰 전기 효과의 평가에 기초하여 측정되고, 공기 1 세제곱 미터당 0.1 내지 10 mg의 미세 입자는 센서들의 공기 유동 상류로 유입된다. 바람직하게는, 미세 입자는 석탄 화력 발전소의 시동 국면 동안만 공기 유동 내로 유입, 즉 지면 석탄이 연소되지 않고 이에 의해 재 입자가 날아다니지 않을 때, 회생식 공기 예열 히터에 의해 신선한 공기 내로 유입된다. 석탄 화력 발전소의 전체 운전 시간동안에 미세 입자를 계속하여 공급하는 비용은 너무 높다. 그러므로, DE 10 2008 030 650 A1호 내에 제안된 해결책은 신선한 공기를 예열하기 위한 회생식 공기 예열 히터를 가진 석탄 화력 발전소에 대해서만 유리하다.

[0012] 더욱이, 상관법에 의해 공기의 유동 방향으로 연속 배열된 센서로 공기 유동 내에 수송되는 마찰 전기 전하 입자의 마찰 전기 효과의 평가에 기초하여 석탄 화력 발전소에서의 연소 공기 체적 측정 및 캐리어 공기 체적의 측정은 공기의 입자 부하 및/또는 공기 유동의 유속이 임계치 이하로 떨어질 때, 충분히 높은 측정 정밀도가 적용되지 않는다. 상기한 임계치는 대략 부유 재 대 공기가 0.1 mg/m^3 의 입자 로딩 또는 10 m/s 의 유속을 가지며, 여기에서 두 값은 특정의 부유 재 대 공기가 0.1 mg/m^3 보다 입자 로딩이 작게 되도록 높은 측정 정밀도가 독립적으로 실현되고, 공기의 유속이 실제적으로 10 m/sec 이상 및 그 반대일 때, 공기의 유속은 10 m/sec 이하가 될 수 있으며, 공기의 입자 로딩은 상기한 부유 재 대 공기가 0.1 mg/m^3 보다 크다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명의 목적은 상기한 단점을 해소할 수 있는 석탄 화력 발전소의 연소 시스템에서 지면 석탄 연소에 있어서 연료-공기비를 제어하기 위한 장치 및 방법을 제공하는 데 있다. 특히, 상관법을 사용하여 공기의 유동 방향으로 연속 배열된 센서로부터의 신호를 평가하여 석탄 화력 발전소에서의 연소 공기 체적 측정 및 캐리어 공기의 체적 측정은 개선되어야만 하고 이 때문에 이들은 무 로딩 또는 입자를 포함하는 공기의 극히 낮은 로딩 및/또는 공기의 유속이 낮아야만 한다.

과제의 해결 수단

[0014] 본 발명에 따라서, 상기 목적은 청구항 1에 따른 장치와 청구항 9에 따른 방법에 의해 달성된다. 본 발명의 장치의 바람직한 실시예는 청구항 1에 종속되는 청구항 2 내지 8에 기재되어 있고, 본 발명의 방법의 바람직한 실시예는 청구항 9에 종속되는 청구항 10 내지 16에 기재되어 있다.

[0015] 지면 석탄을 석탄 화력 발전소의 버너에 공압으로 이송하는 수단과 버너 또는 석탄 화력 발전소의 연소실에 연소 공기를 공급하는 수단을 구비하고, 공기의 유동 방향에 배열된 적어도 다음 장치: 대기로부터 신선한 공기를 유입하기 위한 신선한 공기 팬과, 석탄 밀(mi11)에 유입된 신선한 공기의 일부를 이송하기 위한 밀 팬과, 석탄 화력 발전소의 가열된 연도 가스를 이용하여 유입된 공기와 캐리어 공기의 일부를 예열하기 위한 공기 예열 히터와, 연소 공기의 양을 초기화하여 연소실을 제어하기 위한 공기 유동 제어 장치와, 지면 석탄의 공압 이송에 사용될 캐리어 공기를 제어하기 위한 공기 유동 제어 장치와 연소실로 유입되는 연소 공기양과 지면 석탄의 공압 이송에 사용되는 캐리어 공기양을 측정하기 위한 측정 장치와, 미리 결정된 양의 지면 석탄의 측정된 공급량을 버너에 공급하기 위한 장치를 구비하고, 공기 체적은 공기의 유동 방향으로 공기 유도 채널의 유동 단면에 연속 배열된 적어도 두 개의 센서에 의해 정전기 유도를 통하여 발생된 신호를 평가하는 상관법에 의해 측정되는 석탄 화력 발전소에 지면 석탄의 연료-공기비를 제어하는 본 발명에 따른 장치에 있어서, $0.1 \text{ mm} < r_m < 1.2 \text{ mm}$ 의 평균 반경(r_m)을 가지는 전극 형상을 가진 전극이 센서 영역에서 공기를 이송하는 채널의 유동 단면의 $< 1 < 10 \times$ 방해받지 않는 폭에서 공기를 이송하는 채널의 1_x 의 방해받지 않는 폭을 가지고 거리(1)에서 센서의 상류 유동 방향에서 공기 이송하는 채널의 유동 단면으로 배열되고, 센서 영역에서 공기를 이송하는 채널의 유동 단면의 $< 1 < 5 \times$ 방해받지 않는 폭에서 공기를 이송하는 채널의 3_x 의 방해받지 않는 폭을 가지고 배열되는 것이 바람직하고, 거리(1)는 전극과 공기의 유동 방향(s)으로 연속 배열된 두 개의 센서 중의 제1 센서 사이의 거리이고 이러한 전극에 전기적으로 대향하는 대향 전극이 센서의 공기 상류의 유동 방향에 적어도 배열되어 있고 상기 전극과 대향 전극은 $12 \text{ kV} \leq U \leq 20 \text{ kV}$, 바람직하게는 $15 \text{ kV} \leq U \leq 17 \text{ kV}$ 의 전압(U)을 가진 고전압원의 다른 전극에 연결되는 것을 특징으로 한다.

[0016] 보일러에 공급되는 연소 공기의 양과 지면 석탄의 공압 이송에 요구되는 캐리어 공기의 양은 공기의 유동 방향에서 공기 유동 채널의 유동 단면으로 연속 배열된 센서에 의해 정전기 유도에 의해 발생된 신호를 평가하는 상

관 측정법으로 측정된다. 이러한 목적을 위하여, 대응 센서는 연소 공기를 이송하는 채널 시스템과 캐리어 공기를 수송하는 채널 시스템 내에 배열되고, 상관 측정 장치와 전기적으로 접속되어 있다.

- [0017] 바람직하게는, 센서의 상류에서 거리(1)를 가지고 공기를 수송하는 채널 내에 배열되고 고전압원에 연결된 전극은 하나의 팁 또는 여러 개의 팁 또는 블레이드를 가지는데 이는 $0.1\text{ mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 회전 반경(r_m)을 가진 윤곽을 가지거나 $0.1\text{ mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 회전 반경(r_m)을 가진 와이어로 구성될 수도 있다. 기술한 전극은 유동 단면 내로 돌출된 봉으로서 구성되는 것이 바람직하고, 유동 단면 내로 돌출된 전극의 단부는 유동 단면의 중심으로 적절하게 돌출되고 $0.1\text{ mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 회전 반경(r_m)을 갖는 적어도 하나의 팁 또는 블레이드를 가진다.
- [0018] 공기를 수송하는 채널의 채널 벽이 전기 도체로 형성된다면, 채널 벽은 본 발명의 바람직한 실시예에서 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열된 전극에 대한 대향 전극으로서 전기적으로 접속된다.
- [0019] 본 발명의 다른 실시예에 있어서, 대향 전극은 전기 전도 로드 또는 채널 단면의 적어도 절반까지 연장되고 전극의 공기 하류의 유동 방향에 배열되고 센서의 상류, 즉 전극과 센서 사이에서 공기의 유동 방향으로 배열된 와이어로 형성된다. 물론, 몇몇 로드 또는 와이어는 전극과 공기의 유동 방향 내의 센서 사이에 또한 대향 전극으로서 배열된다.
- [0020] 바람직하게는, 채널 단면에 완전히 걸쳐 있는 로드 또는 와이어는 전극과 센서 사이에서 공기의 유동 방향으로 배열되어 있고 대향 전극으로서 전기적으로 접속되어 있다.
- [0021] 전극은 공기를 수송하는 채널의 채널 벽에 대하여 절연되어 배열되는 것이 바람직하다. 전극은 $0.1\text{ mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 회전 반경(r_m)의 윤곽을 가지는 하나 또는 여러 개의 팁 또는 블레이드를 가지거나 $0.1\text{ mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 회전 반경(r_m)을 가진 와이어로서 제작될 수 있다. 전극은 음극으로서 전기적으로 접속되는 것이 바람직하다. 대향 전극은 그라운드 포텐셜에 전기적으로 접속되는 것이 바람직하고, 이는 채널 벽이 전기 전도성이고 대향 전극으로 작용할 때 특히 바람직하다.
- [0022] 센서는 센서와 이온화된 분자들 사이에서 직접 전하 교환을 간섭하는 것을 방지하도록 채널 내에서 수송되는 공기에 대하여 전기적으로 절연될 수 있다.
- [0023] 상관 측정 장치는 공기의 유동 방향으로 연속적으로 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열된 정전기 유도에 의해 센서에 의해 발생된 신호를 평가하도록 구비될 수 있고, 여기에서 센서는 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열된 전극의 하류에 배열되고 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압(U), 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압(U)을 가지는 고전압원에 전기적으로 접속된다. 상기한 몇몇 상관 측정 장치는 공기 시스템을 수송하는 채널의 다른 분기에도 배열될 수 있으며, $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압(U), 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압(U)을 가지는 고전압원에 접속된 전극이 유동 방향에서 분기의 공기류를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열된다. 공기 유동을 따르는 전극에 센서의 측정된 거리(1)는 센서 영역에서 공기를 수송하는 채널의 유동 단면의 방해 받지 않는 폭이 $<10x$ 인 것이 매우 중요하다.
- [0024] 본 발명에 따른 방법은 공기 체적 측정, 즉 연소 공기 체적의 측정과 캐리어 공기 체적 측정에 기초하는데, 상관법을 사용하여 공기의 유동 방향으로 공기를 수송하는 채널의 유동 단면에서 연속 배열된 적어도 두 개의 센서에서의 정전기 유도를 통하여 발생된 전기적 신호 평가에 기초한다. 상기 방법은 센서의 공기류의 유동 방향에서, 적어도 공기류의 일부는 $0.1\text{ mm} \leq r_m \leq 1.2\text{mm}$ 의 평균 회전 반경(r_m)과 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압(U), 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압(U)을 수송하는 전극 윤곽을 가지는 전극의 효과에 노출되고, 이에 의해 공기류가 이온화되고, 역으로, 센서는 전압(U)에 의해 구동되고 전극과 대향 전극 사이에서 유동하는 이온류에 노출되지 않는다.
- [0025] 바람직하게는, 음의 전압은 음극으로서 접속된 전극에 적용된다.
- [0026] 이온화된 공기 분자는 전극으로부터 공기류의 다른 분자와 상호 작용하는 대향 전극으로 전기장(\vec{E}) 내에서 이온류로서 유동하고, 이에 의해 공기류의 분자는 공기류가 센서를 지나 유동할 때, 전기 신호는 정전기 유도를 통하여 공기류의 전기적으로 영향을 받은 분자에 의해 센서 내에서 생성되도록 전기적으로 영향을 주고, 이는 상관 측정 장치를 사용하여 신뢰할만하게 평가될 수 있다. 센서가 전극과 대향 전극 사이에서 유동하는 이온류로부터의 효과에 직접 노출되지 않게 하는 것이 특히 중요하다. 센서는 전극과 대향 전극 사이에서 생성된 전기

장(\vec{E})의 효과가 대수롭지 않게 되도록 하는, 즉 전기장의 강도가 $<0.3 \text{ V/m}$ 가 되는 전극에 대하여 어떤 거리로 위치된다.

- [0027] 공기류는 전극에서 일정한 음의 전압(U)의 효과에 노출될 수 있고 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압과 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압 사이에서 최대치를 갖는 시간-변동 전압(U)에 노출될 수 있다. $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압과, 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 최대치를 갖는 펄스 전압(U)의 효과가 특히 바람직하고, 펄스 지속 시간은 대략 1ms이다.
- [0028] 가변 전압(U)과 펄스 전압(U)에 대하여 살펴 보면, 상관 측정법은 센서들에서 정전기 유도에 의해 생성된 전기 신호의 등락 신호의 평가 및 전압(U)의 시간 변동에 기초하여 실행되고, 이에 의해 공기류의 분자의 이러한 전압(U) 효과상의 시간 변동은 공기의 유속을 결정하도록 평가될 수 있고 이에 의해 공기 체적을 측정한다.
- [0029] 본 발명의 특히 바람직한 실시예에 있어서, 공기류는 $12\text{kV} \leq U \leq 20\text{kV}$ 의 전압과, 바람직하게는 $15\text{kV} \leq U \leq 17\text{kV}$ 의 전압 사이에서 최대치의 전압(U)을 가진 n의 펄스를 가지고 주기적으로 반복되는 펄스 시퀀스에 노출되고, 펄스의 지속 시간은 대략 1m이고, 여기에서 $2 \leq n \leq 10$ 와 n의 펄스의 펄스 시퀀스는 0.2s 내지 3.0s 사이, 바람직하게는 1.0s 내지 1.5s 사이의 반복 기간을 가지고 주기적으로 반복된다.
- [0030] 전극과 대향 전극 사이에 적용되는 펄스 전압을 가지는 본 방법의 특히 바람직한 실시예에 있어서, 정전기 유도에 의해 발생된 신호는 상관 측정법을 사용하여 평가되고, 여기에서 평가는 전극에 인가되는 전압(U)의 펄스에 대하여 시차를 가진다.
- [0031] 5ms 내지 150ms 사이의 시차를 가지는 것이 바람직하고 8ms 내지 70ms 사이의 시차를 가지는 것이 더욱 바람직하다. 여기에서, 전압 펄스-간섭 신호에 의해 야기되는 전자 자기장의 급속한 변경에 의해 센서에서 생성되는 신호는 정전기 유도를 통하여 센서에서의 공기류에 의해 발생되는 신호를 평가하는데 고려되지 않는다.
- [0032] 본 발명의 방법으로서, 매우 정확한 공기 체적의 측정이 2m/sec 내지 10m/sec 사이에서 공기의 작은 유속을 비교하여 실행될 수 있다.
- [0033] 석탄 화력 발전소가 회생식 공기 예열 히터를 가질 때, 전압(U) 전극에 인가하여야 할 필요가 있을 때는 지면 석탄이 캐리어 공기 내로 도입되지 않을 때이고 이 때문에 비산 재 입자가 회생식 예열 히터를 통하여 신선한 공기가 도입되지 않거나 센서 영역 내에서 공기의 유속은 비교적 작다. 이러한 경우에 있어서, 공기 체적은 지면 석탄이 석탄 화력 발전소에서 연소되는 동안에 측정될 수 없고 고속 유속에서 센서 영역 내의 공기는 상관 측정법을 사용하여 측정될 수 없고 공기류 내로 유입되는 비산 재 입자에 의해 생성된 전기 전하 캐리어 상에 마찰 전기 효과에 의해 생성된 신호를 평가한다. 비산 재 입자가 없을 때에만 또는 매우 적은 비산 재 입자가 공기류에 존재 및/또는 공기의 유속이 10m/sec이하일 때, 상기한 바와 같이 전압(U)을 인가할 필요가 있다.
- [0034] 상기한 바와 같이, 전압(U)을 때때로 전극에 인가한 경우에 상기한 경우에 이룰 수가 있고, 이 때문에 얻어진 공기 체적 측정 결과를 상관 측정법으로 체크하는데 사용될 수 있고, 공기 체적 측정은 공기류 내로 도입된 비산 재 입자에 의해 생성된 전기 전하 캐리어 상에서 마찰 전기 효과에 의해 생성된 신호를 평가하여 얻어진다.

발명의 효과

- [0035] 본 발명은 공기의 속도가 상관 측정법에 따라 직접 측정되며, 센서에서의 신호는 정전기 효과를 통하여 공기류의 분자에 의해 직접 발생되고 종래 기술과 대조적인 방법으로서 특별한 장점을 가지고, 공기류 내에서 수송되는 입자, 즉 비산 재 입자에 의해 생성된 신호는 상관 측정법에 따라 평가된다. 입자의 속도는 측정 결과를 그릇치게 하는 입자를 수송하는 공기류의 유속에 대하여 슬립을 가진다는 것을 이해하여야 한다. 상기한 슬립은 작은 공기류의 유속을 크게 할 수 있고 큰 입자의 유속을 크게 할 수 있다.
- [0036] 본 발명에 따른 장치와 방법은 석탄 화력 발전소의 연료-공기비의 제어를 고장없이 할 수 있고 유지 보수를 할 필요가 없게 하며 이 때문에 공기 체적 측정의 높은 신뢰도와 정밀도 및 장기간의 정밀 안정성을 가지고 연소 공정을 실행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0037] 본 발명을 예증적인 실시예에 기초하여 더욱 상세히 설명한다. 첨부된 도면 다음을 도시한다.
도 1은 하나의 석탄 화력 발전소의 단순화된 블럭 다이어그램이다.

도 2는 고전압원에 접속된 전극과 연소 공기를 수송하는 채널 내의 상관 측정 장치에 접속된 센서의 배열을 도시한 도면이다.

도 3은 고전압원에 접속된 전극의 전극 팁의 형성을 도시한 도면이다.

도 4는 전극에 접속된 고전압원의 시간 윤곽을 도시한 도면이다.

도 5는 전극에 접속된 다른 하나의 고전압원의 시간 윤곽을 도시한 도면이다.

도 6은 고전압원에 접속된 전극과, 대응하는 로드 형상의 대향 전극과, 연소 공기를 수송하는 채널 내의 상관 측정 장치에 접속된 센서의 다른 배열을 도시한 도면이다.

도 7은 고전압원에 접속된 전극을 가진 전극 팁의 다른 실시예를 도시한 도면이다.

도 8은 고전압원에 접속된 전극과, 연소 공기를 수송하는 채널의 분기하는 하류에 두 개의 상관 측정 장치의 센서의 배열을 도시한 도면이다.

도 9는 석탄 화력 발전소 내에서 공기 체적 측정의 시간 윤곽을 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0038] 도 1에 도시된 석탄 화력 발전소의 간략화된 블록 다이어그램은 신선 공기 팬(2)에 이어지는 공기의 유동 방향(s)에 있는 신선 공기 덤퍼(1)에 의해 신선한 공기를 유입하여 개시되는 것을 도시하고 있다. 캐리어 공기는 신선 공기 팬(2)의 유입 하류로부터 방향을 바꾸게 한다. 캐리어 공기는 밀 팬(3)에 의해 회생식 공기 예열 히터의 부분 내부로 수송된다. 캐리어 공기의 일부는 석탄 화력 발전소의 고정 운전을 하는 동안에 회생식 공기 예열 히터(4) 내에서 가열된다. 캐리어 공기의 다른 부분은 차가운 채로 안으로 수송된다. 캐리어 공기의 모든 부분은 열간 공기 플랩(5)과 냉간 공기 플랩(6)을 거쳐 이러한 비율로 측정되어 결합되고, 지면 석탄이 미세하게 로딩된 후, 캐리어 공기-석탄 혼합물의 온도는 미리 결정된 한계치 내에 있다. 캐리어 공기의 온도는 석탄 밀(7)의 하류에 배열된 온도 측정 장치(8)로 측정된다. 석탄 밀(7)의 상류에, 고전압원(9)에 접속된 전극(10)은 캐리어 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열되어 있고, 캐리어 공기 체적 측정 장치(12)에 연결된 두 개의 센서(11)는 캐리어 공기의 유동 방향의 하류에 배열되어 있다. 이들 센서(11)는 캐리어 공기의 유동 방향으로 쌍으로 배열되어 캐리어 공기류 내로 돌출된 로드로서 형성되어 있다.

[0039] 캐리어 공기 체적 측정 장치(10)는 정전기 유도에 의해 전기적으로 전하된 입자를 통과시켜 센서(11)에서 생성된 신호를 평가하는 상관 측정 장치로서 구성하고 이에 의해 캐리어 공기의 유속을 측정한다. 캐리어 공기의 양은 배열된 센서(11)의 영역 내에서 캐리어 공기를 수송하는 채널의 단면적과 캐리어 공기의 온도와 배열된 센서(11)의 영역 내의 캐리어 공기의 정압에 기초하여 결정된다. 센서(11)는 전극(10)에 대하여 어떤 거리(1)로 캐리어 공기의 유동 방향(s) 내에 배열되고, 여기에서 센서(11)의 영역 내에서의 채널의 유동 단면의 방해받지 않는 은 $1 \sim 4x$ 이다. 캐리어 공기를 수송하는 채널의 벽(13)은 전기적으로 전도성을 가지며 그라운드 포텐셜에 접속되어 있다. 전극(10)과 센서(11)는 채널의 벽(13)에 대하여 전기적으로 절연되어 있다. 측정 장치에 의해 측정된 양의 석탄이 석탄 화력 발전소로부터의 부하 요구에 대응하여 석탄 밀(7)에 공급된다. 지면 석탄으로 장입된 캐리어 공기는 연소실(15)에 배열된 버너(16)로 공급된다. 석탄 화력 발전소의 설계에 따라, 이는 단일 버너 또는 그룹 버너 또는 연소실(15)의 모든 버너(16)에 공통인 그룹 버너에 대하여 일어날 수 있다. 캐리어 공기의 정압을 측정하는 압력 측정 장치(17)는 캐리어 공기의 유동 방향으로 회생식 공기 예열 히터(4)의 하류에 배열된다. 더욱이, 석탄 화력 발전소의 시동 국면, 즉 지면 석탄이 버너(16)에 공급되는 동안에 폐쇄되는 안전 밸브(18)가 캐리어 공기류 내에 배열된다.

[0040] 유입되는 신선한 공기의 벌크는 신선 공기 팬(2)의 하류에 위치하는 회생식 공기 예열 히터(4)에 연소 공기로서 공급된다. 가열된 연소 공기의 정압은 정압 측정 장치(19)로 측정된다. 신선 공기 팬(2)은 압력 측정 장치(17, 19)에 의해 제어된다. 가열된 연소 공기의 일부는 버너(16)에 직접 공급되고, 가열된 연소 공기의 다른 부분은 연소실(15)로 공급된다. 연소 공기의 두 부분은 연소 공기 체적 측정 장치(20, 21)로 측정된다. 이러한 목적을 위하여, 연소 공기 측정 장치(20, 21)에 각각 연결되어 있는 센서(11)는 연소 공기를 수송하는 각각의 채널 내에 배열된다. 고전압원(9)에 접속된 대응하는 전극(10)은 연소 공기 체적 측정 장치(20, 21)의 센서(11)의 상류에서 연소 공기를 수송하는 각각의 채널 내에 배열된다. 캐리어 공기 체적 측정 장치와 같은 센서(11)는 전극(10)에 어떤 거리(1)로 연소 공기의 유동 방향(s) 내에 배열되고, 여기에서 센서(11)의 영역 내에서 채널의 유동 단면의 방해받지 않는 폭은 $1 \sim 20x$ 이다.

- [0041] 캐리어 공기 체적 측정 장치(12)와 같은 연소 공기 체적 측정 장치(20, 21)는 센서(11)를 통과하는 전기적으로 하전된 입자에 의해 정전기 유도를 통하여 발생하는 신호를 평가하여 상관 측정 장치로 구성되고, 이 때문에 연소 공기의 유속이 측정된다. 연소 공기의 양은 연소 공기를 수송하는 채널의 단면적과 연소 공기의 온도와 배열된 센서(11) 영역에서의 연소 공기의 정압을 고려하여 결정된다.
- [0042] 석탄 화력 발전소로부터의 부하 요구에 따라 버너(16)에 공급되는 지면 석탄의 양에 대해 연소에 필요한 소정의 화학량에 대한 연료-공기비를 달성하기 위한 버너(16)와 연소실(15)에 공급되는 연소 공기의 양은 연소 공기 제어 플랩(22, 23)에 의해 제어된다.
- [0043] 석탄 화력 발전소의 크기와 성능에 따라, 상기한 모든 조립체와 장치는 여러 개 존재하고 병렬로 운전될 수 있다. 단순화된 블럭 다이어그램을 명료하게 하기 위하여, 조립체와 장치는 각각 한 번씩만 도시하였다. 석탄 화력 발전소의 동작 원리는 본 발명에 관한 한 영향이 없다.
- [0044] 도 2는 고전압원(9)에 접속된 전극(10)과 연소 공기를 수송하는 채널의 유동 단면에 배열되고 상관 측정 장치(12)에 접속된 장치를 도시한다. 캐리어 공기의 체적을 측정하기 위하여, 전극(10)과 센서(11)는 캐리어 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 유사하게 배열되어 있다.
- [0045] 전극(10)은 전극(10)에 대향 전극으로서 동작하고 그라운드 포텐셜에 접속된 연소 공기를 수송하는 채널의 전기 전도벽(13)에 대하여 전기적으로 절연되어 있다. 전극(10)은 유동 단면의 중심에 대략적으로 채널 내로 돌출하는 둥근 금속 봉으로 형성되고 대략 12mm의 로드 직경을 가진다. 팁(24)의 평균 직경(r_m) = 0.4mm를 갖는 금속 팁(24)은 전극(10)의 단부에 배열되고, 도 3에 도시된 바와 같이, 대략적으로 유동 단면의 중심에 위치한다. 팁(24)은 1mm 두께의 판금으로 제작되고 둥근 바 형태로 가공된 슬롯 내에 삽입되고 둥근 바와 전기적으로 전도 가능하게 접속된다. 전극은 고전압원(9)에 전기적으로 접속되고 대향 전극으로서 작용하는 채널의 벽(13)에 대하여 음극으로서 접속된다. 두 전극 사이의 전기장(\vec{E})은 이러한 장치와 전극(10)의 설계 및 대향 전극으로 작용하는 채널 벽(13)이 도시된 윤곽을 가질 것이다.
- [0046] 두 개의 센서(11)는 채널 단면의 방해받지 않는 폭이 거리(1) = 4x로 연소 공기의 유동 방향(s) 내의 전극(10)에 대하여 연속 배열되어 있다. 센서(11)는 대략 유동 단면의 중심에 대하여 유동 단면 내로 돌출된 측정 로드로서 형성된다. 거리(1)는 전극(10)과 공기의 유동 방향(s)으로 연속 배열된 두 개의 센서 중의 제1 센서 사이의 거리를 말한다. 두 개의 센서(11)는 서로 대략 350mm의 거리로 공기의 유동 방향(s)으로 배열되어 있다. 공기의 유동 방향(s)으로 센서(11)들 사이의 상호 거리는 200 내지 1000mm 사이 일 수 있다.
- [0047] 센서(11)가 전극(10)으로부터 어떤 거리로 위치하는 것이 중요하며, 대향 전극으로서 작용하는 전극(10)과 채널 벽(13) 사이에 형성된 전기장(\vec{E})의 효과는 여전히 전기장의 강도가 0.3 V/m일 때, 중요치 않다.
- [0048] 센서(11)는 그라운드 포텐셜에 전기적으로 접속되고 대향 전극으로서 작용하는 연소 공기를 수송하는 채널의 벽(13)에 대하여 전기적으로 절연된다. 센서(11)는 상관 측정 장치(12)와 전기적으로 접속된다.
- [0049] 도 4 및 도 5는 고전압원(9)에 의해 제공되는 전압(U)의 시간 윤곽의 가능한 예를 도시한다. 이들은 도 4에 대략 -16 kV의 DC 전압으로 도시되고, 대략 -16kV의 침두 전압을 갖는 가변 전압과 대략 1ms의 펄스 지속 기간을 갖는 전압 펄스를 갖는 펄스 전압과 대략 300ms의 반복비를 가진 것으로 도시되어 있다. 도 5는 대략 -16kV의 침두치를 갖는 전압(U)을 가진 5 펄스가 반복적으로 일어나는 시퀀스와 대략 1ms의 펄스 지속 시간과 1.0s의 전압 펄스의 시퀀스의 기간을 도시한다. 5펄스 사이의 간격은 시퀀스 내에서 일정하지 않으나 제1 및 제2 전압 펄스 사이에서 0.1s로부터 증가하고 제2 및 제3 전압 펄스 사이에서 0.15s로부터 증가하고 제3 및 제4 전압 펄스에서 0.2s로부터 증가하고, 제4 및 제2 전압 펄스 사이에서는 0.25s로부터 증가한다.
- [0050] 이러한 주기적으로 재발생하는 전압 펄스의 시퀀스는 특히 양호한 검사 결과를 만들어 내는 것을 볼 수 있다.
- [0051] 도 6은 전극(10)과, 상기 전극(10)과 전기적으로 협동하는 로드 형상의 대향 전극(25)과, 상관 측정 장치(12)에 연결되고 연소 공기를 수송하는 채널의 유동 단면 내에 배열된 두 개의 센서(11)로 이루어진 다른 하나의 배열을 도시한다. 대향 전극(25)은 연소 공기를 수송하는 채널의 유동 단면을 완전히 통하여 연장되어 배열 형성되어 있다. 대향 전극(25)은 전극(10)과 대향 전극(25) 사이에 배열된 연소 공기의 유동 방향(S)으로 배열 또는 전극(10)과 연소 공기의 유동 방향(s)으로 두 개의 센서 중의 제1 센서(11) 사이에 더욱 정확하게 배열되고 연소 공기를 유도하는 전기적으로 절연된 채널의 벽(13)에 대하여 더욱 정확하게 배열되어 있다. 전극(10)과 대향 전극(25)은 고전압원(9)의 두 개의 극에 전기적으로 접속되어 있다. 전압 또는 전압 펄스가 인가되면, 전기

장(\vec{E})은 도 6에 도시된 바와 같이, 전극(10)과 대향 전극(25) 사이에 형성된다. 센서(11)는 전극(10)과 대향 전극(25) 사이에 형성된 전기장(\vec{E})의 효과가 덜 중요하게, 즉 전기장 강도가 $<0.3V/m$ 가 되도록 전극(10)으로부터 어떤 거리로 위치된다.

[0052] 도 7은 유동 단면의 대략 중심에 위치하는 전극(10)의 단부의 구조를 도시한다. 대향 전극(25)을 향한 틱(24)은 전극(10)의 상기한 단부에 형성되어 있다.

[0053] 도 8은 고전압원(9)과 센서 그룹에 접속된 전극(10)의 배열을 도시하고, 각각의 상관 측정 장치(12.1, 12.2)와 각각 전기적으로 접속되는 두 개의 센서(11)를 각각 구비한다. 전극(10)과 센서(11)의 배열의 특징으로 각각 도 2 및 도 6에 도시되어 있으나, 다른 점은 연소 공기를 수송하는 채널이 연소 공기의 유동 방향(s)으로 전극(10)의 하류에서 분기되고 각각의 채널에서 각각 두 개의 센서(11)를 가지는 각각의 그룹은 상관 측정 장치(12.1, 12.2) 중의 각각 하나에 결합되어 배열된다. 연소 공기는 유동 방향(s)에서, 전극(10)과 상관 측정 장치(12.1)와 전기적으로 접속된 센서(11) 사이의 거리(1)는 센서(11) 영역 내에서 채널 단면의 방해받지 않는 폭 $l \approx 4x$ 이고, 센서(11)에 대해서는 상관 측정 장치(12.2)와 전기적으로 접속된 센서(11) 영역 내에서 채널 단면의 방해받지 않는 폭 $l \approx 8x$ 이다.

[0054] 도 9는 석탄 화력 발전소의 시동 국면 동안에 버너(16) 또는 버너(16) 그룹에 공급되는 연소 공기의 양의 시간 그래프를 나타낸다.

[0055] 우선, 연소실(15)은 사전 퍼징된다. 연소 공기 제어 플랩(22, 23)은 완전히 개방되고 캐리어 공기 가이드 내의 안전 플랩(18)은 폐쇄된다. 연소 공기는 연소실(12)에 독점적으로 공급된다. 신선 공기 팬(2)은 정압 측정 장치(19)로 측정된 연소 공기의 압력의 함수로서 제어된다. 초기에는, 가능한 많은 연소 공기가 폭연을 방지하기 위하여 연소실로부터 잔류 연료를 제거하기 위하여 연소실(15) 내의 공기량의 배수로 교환(적어도 3배)되도록 연소실(15)로 송풍된다. 연소실 내의 공기량이 여러 번 교환된 후에 연소실(15) 내에 배열된 오일 또는 가스 버너(도 1에 도시 안 됨)를 위한 점화 대기 상태가 이루어진다. 연소 대기 상태가 이루어지면, 연소 공기량이 연소 공정에 공급되는 연료(오일 또는 가스)의 함수로서 제어된다. 고전압원(9)은 전극(10)에 인가되는 고전압 펄스의 시퀀스를 발생시키고 전극(10)은 연소 공기를 수송하는 채널의 벽(13)에 대하여 음극으로서 전기적으로 접속되고 대향 전극으로서 작용한다. 고전압 펄스는 1ms의 펄스폭을 가지며, 전압(U) = -16kV의 최대 전압을 가진다. 연소 공기의 양은 연소 공기 측정 장치(20, 21)로 측정되고 버너(16) 또는 연소실로 공급되는 연소 공기의 양은 연소 공기 제어 플랩(22, 23)에 의해 제어된다. 석탄 화력 발전소의 오일 점화 또는 가스 점화는 연소실(15)이 충분히 예열이 될 때까지 계속되고 회생식 공기 예열 히터(4)에서 이루어진다. 오일 점화 또는 가스 점화가 이루어지는 동안에, 고전압 펄스는 연소 공기류 내에 이온화된 공기 분자가 크게 생성되도록 전극(10)에 적용된다. 이들의 크게 형성된 이온화 공기 분자는 이온류로서 전극(10)과 대향 전극 사이에 형성된 전기장(\vec{E}) 내에서 대향 전극에 유도된다. 이는 상기한 이온화된 공기 분자와 연소류의 다른 분자 사이에서 상호 작용이 생성된다. 이러한 상호 작용의 결과로서, 연소 공기류의 분자는 분자류가 정전기 유도에 의해 센서(11)를 통과할 때, 신호가 발생되도록 전기적으로 영향을 받으며, 이로부터 연소 공기의 각각의 유속은 상관 측정 방법으로 평가하여 결정될 수 있다. 연소 공기량은 연소 공기를 수송하는 채널의 단면적과 연소 공기의 온도와 배열된 센서(11)의 각각의 영역 내의 연소 공기의 정압을 고려하여 연소 공기의 유속에 기초하여 산출된다. 센서(11)는 전극(10)과 대향 전극(13, 25) 사이에서 이온류의 직접적인 효과에 노출되지 않는 것이 중요하고, 이 때문에 전기장(\vec{E})에 의해 수송되는 이온류의 결과로서 센서(11)에서 발생된 신호는 정전기 유도의 결과로서 마찰 전기 효과에 의해 전기적으로 하전된 센서가 통과하는 유동하는 입자에 의해 하기한 바와 같이, 센서(11)에 의해 발생된 신호와 같은 방법으로 상관 측정법으로 평가될 수 있다.

[0056] 연소실(15)을 충분히 예비 가열한 후에 지면 석탄을 연소실(15)로 들어가게 하기 시작한다. 이러한 목적을 위하여, 캐리어 공기류는 밀 팬(3)에 의해 개시되고 안전 플랩(18)을 개방함으로써 석탄 밀(7)은 측정된 양의 석탄을 공급한다. 캐리어 공기는 지면 석탄과 함께 장입된다. 지면 석탄은 오일 버너 또는 가스 버너가 작동하는 동안에 점화된다.

[0057] 석탄이 연소실(15) 내에 도입되고 석탄의 연소가 점화되기 시작하면, 전극(10)에 고전압 펄스의 적용을 중단할 수 있는데 이는 충분한 양의 재 입자가 연소 공기 내로 도입되고 회생식 공기 예열 히터(4)를 통하여 캐리어 공기가 도입되기 때문이며, 이는 마찰 전기 효과에 의해 전기적으로 하전되고 유동이 센서(11)를 통과할 때, 상관

측정 방법으로 평가할 수 있는 정전기 유도에 의해 신호가 생성되기 때문이다. 그럼에도 불구하고, 고전압 펄스는 약 30분 간격으로 전극(10)에 적용할 수 있고, 좀더 짧은 간격으로 적용이 요구된다면, 마찰 전기 효과와 유동이 센서(11)를 통과하고 이온화된 공기 분자가 정전기 유도를 통하여 하전된 재 입자에 의해 생성된 신호에 기초하여 장치의 측정 정확도를 시험하도록 측정이 이루어진다. 이는 연소 공기의 실제적으로 더욱 정확한 유속의 측정을 허용하고, 이 때문에 석탄 화력 발전소 내에서 지면 석탄의 연소의 연료-공기비는 더욱 정확하게 제어될 수 있다.

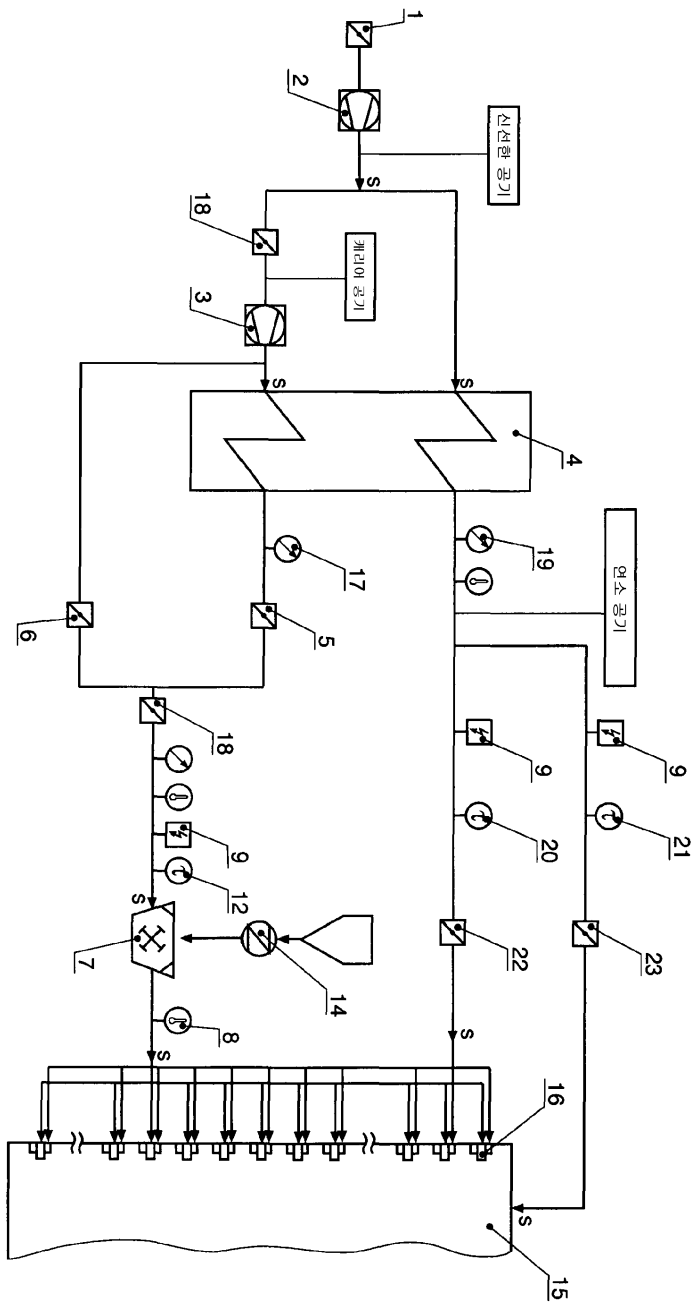
[0058] 그러나, 연소 공기 또는 캐리어 공기의 유속이 10m/s 이하로 떨어질 때, 대응하는 고전압 펄스를 전극(10)에 적용하여야만 하는데, 연소 공기 체적 측정 또는 상관 측정법에 따른 캐리어 공기 체적 측정법의 측정 정밀도는 마찰 전기 효과에 의해 전기적으로 하전된 입자에 의해 전적으로 센서(11)에서 발생된 신호를 평가하여 실제적으로 악화된다.

부호의 설명

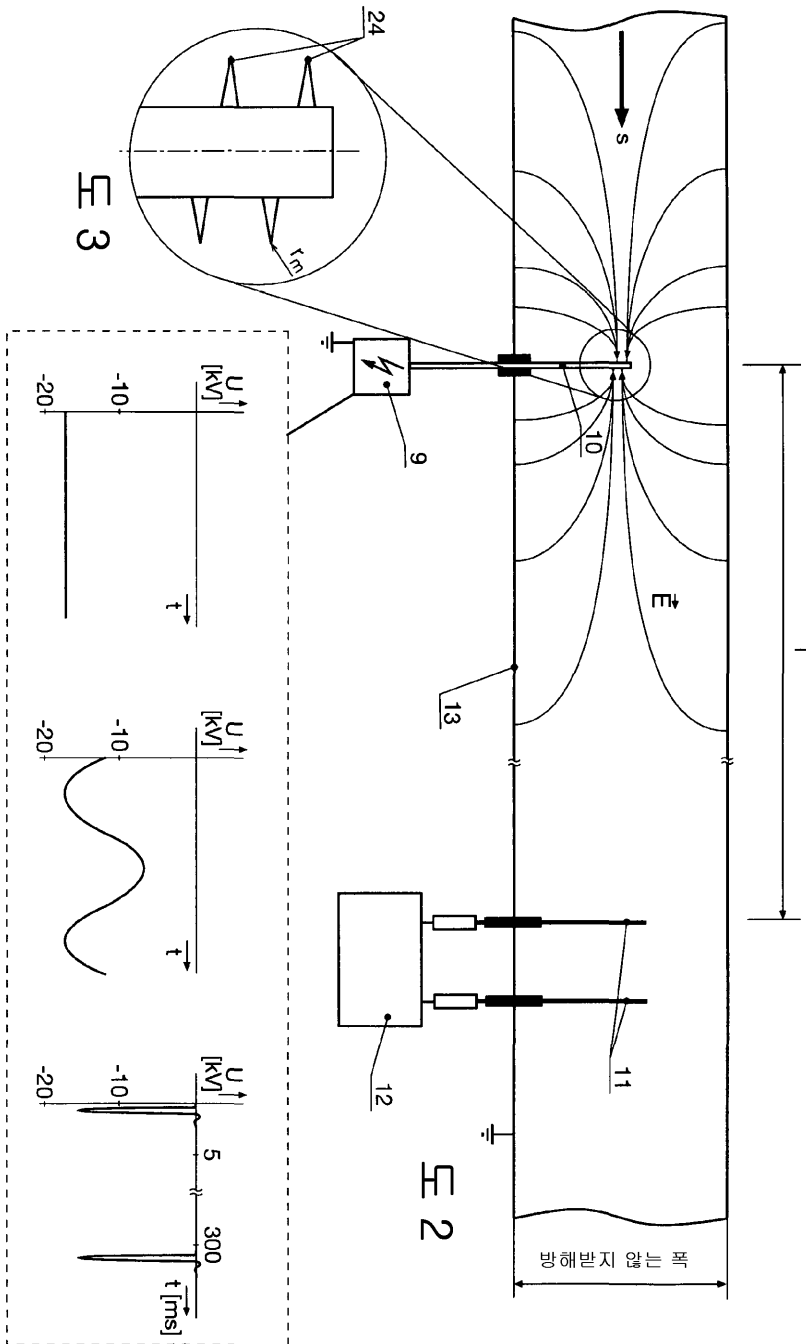
- [0059]
- 1 : 신선 공기 댐퍼
 - 2 : 신선 공기팬
 - 3 : 밀 팬
 - 4 : 회생식 공기 예열 히터
 - 5 : 열간 공기 플랩
 - 6 : 냉간 공기 플랩
 - 7 : 석탄 밀
 - 8 : 온도 측정 장치
 - 9 : 고전압원
 - 10 : 전극
 - 11 : 센서
 - 12 : 상관 측정 장치
 - 12.1 : 상관 측정 장치
 - 12.2 : 상관 측정 장치
 - 13 : 채널 벽
 - 14 : 측정 장치
 - 15 : 연소실
 - 16 : 버너
 - 17 : 캐리어 공기 정압 측정 장치
 - 18 : 안전 플랩
 - 19 : 연소 공기 정압 측정 장치
 - 20 : 연소 공기양 측정 장치
 - 21 : 연소 공기양 측정 장치
 - 22 : 연소 공기 제어 플랩
 - 23 : 연소 공기 제어 플랩
 - 24 : 팁
 - 25 : 대향 전극
 - \vec{E} : 전기장
 - l : 거리
 - n : 전압(U)의 펄스수
 - r_m : 팁의 회전 반경
 - s : 유동 방향
 - U : 전압

도면

도면1

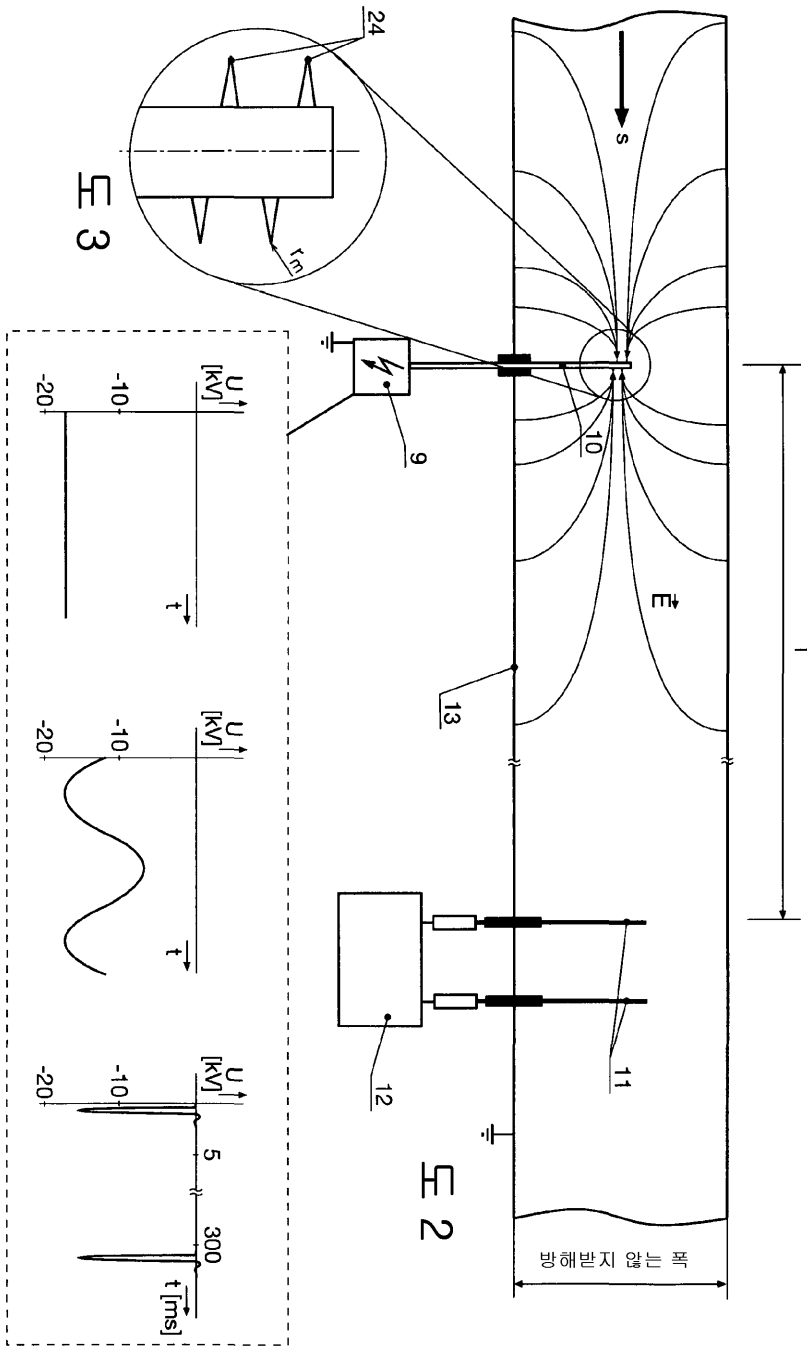


도면2



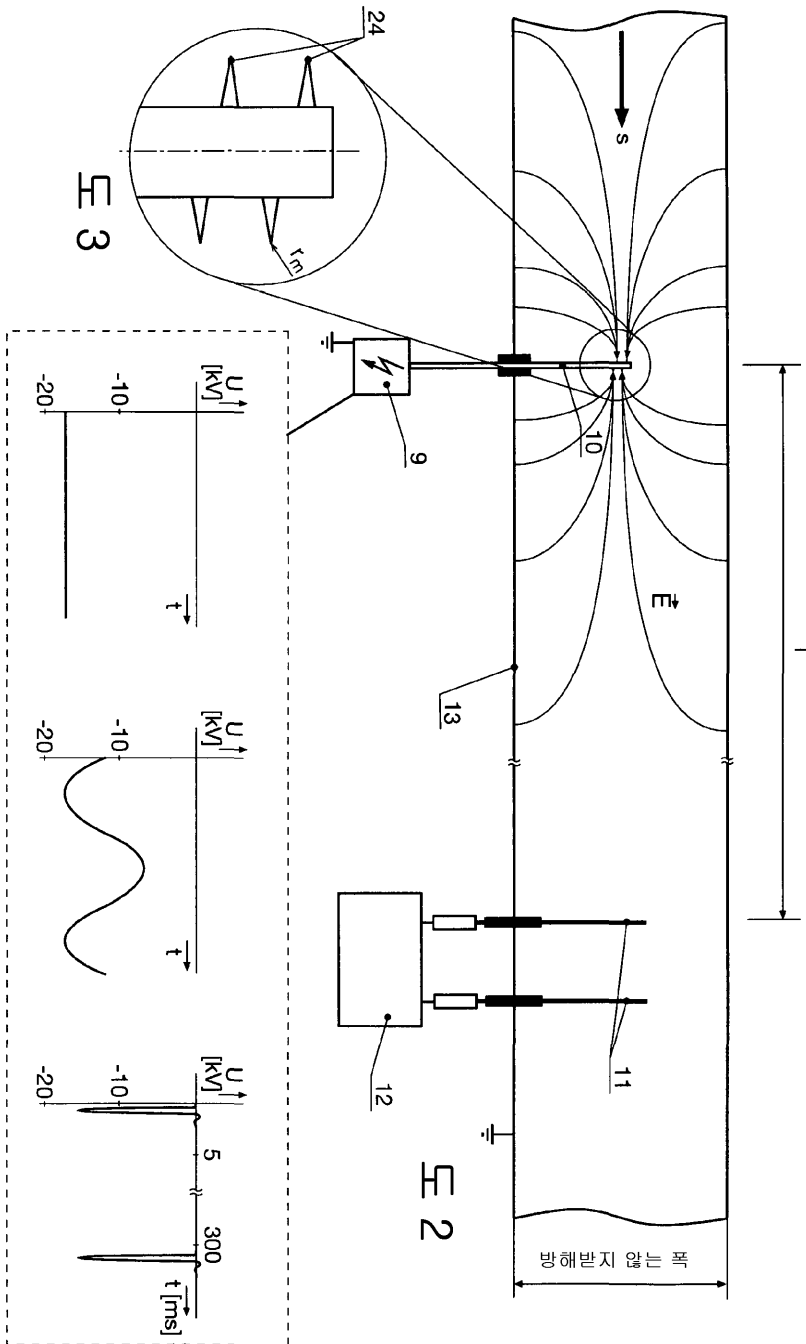
도 4

도면3

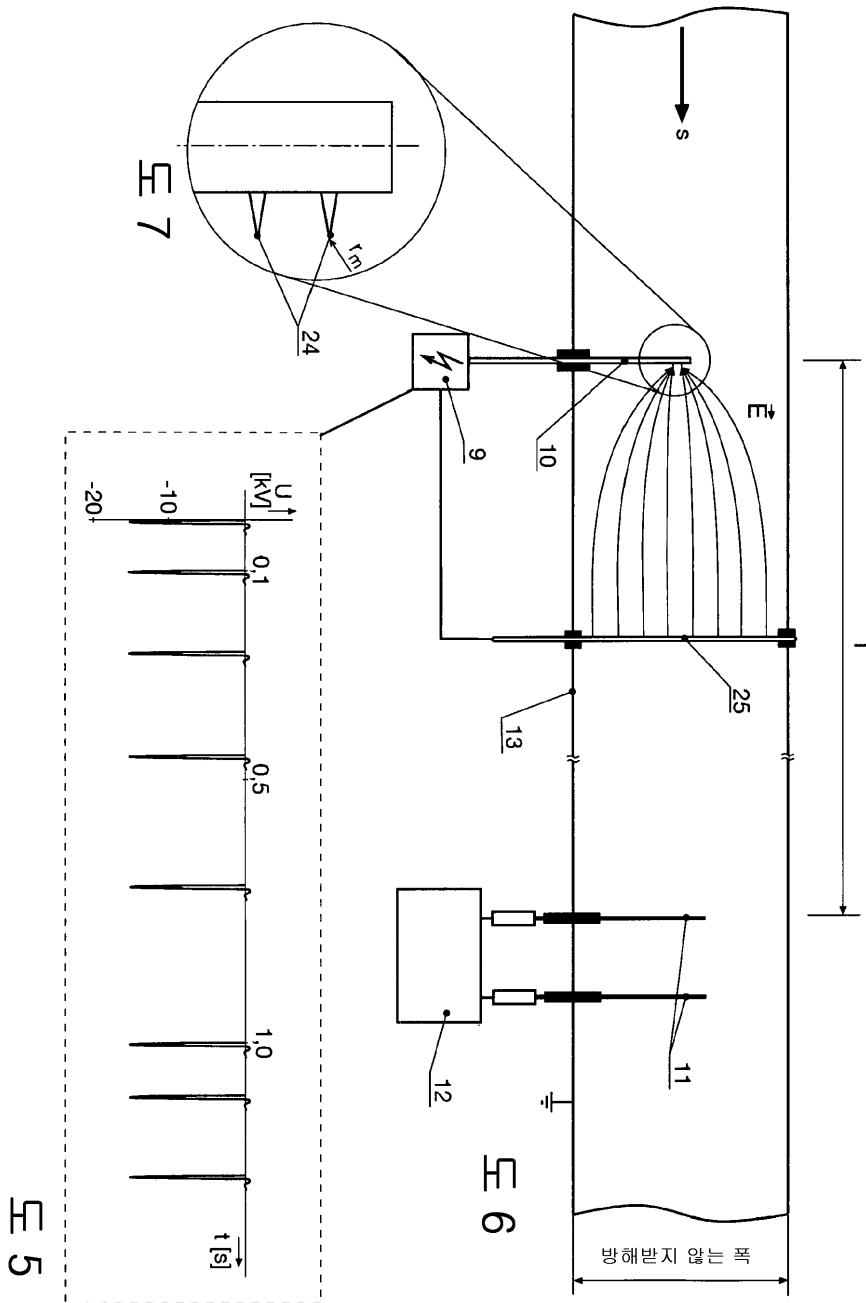


도 4

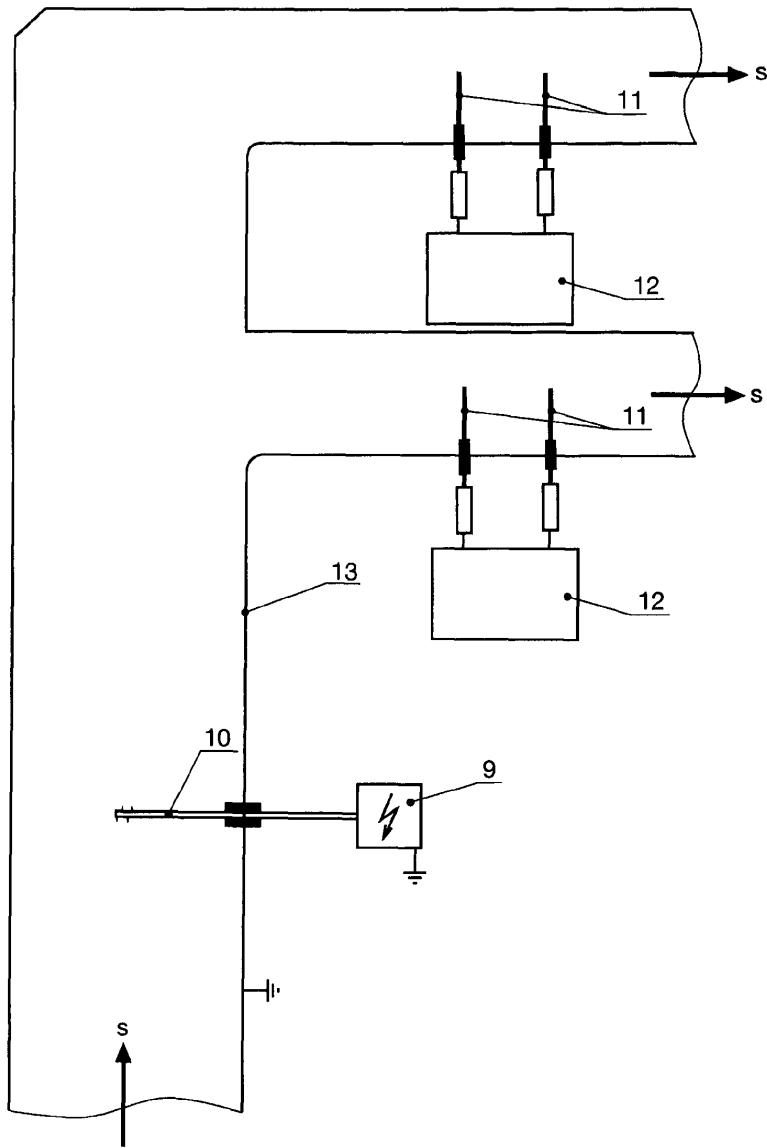
도면4



도면5



도면8



도면9

