

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI 1002417-4 A2**



(22) Data de Depósito: 02/06/2010
(43) Data da Publicação: 07/02/2012
(RPI 2144)

(51) *Int.Cl.:*
G01J 5/00
G06K 9/00

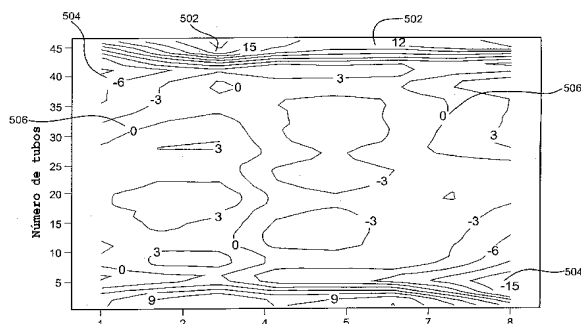
(54) Título: MÉTODO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE TUBOS NUM FORNO, MÉTODO PARA COLETAR DADOS DE TEMPERATURA PARA UMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUMA CÂMARA, E SISTEMA PARA COLETAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUM FORNO

(30) Prioridade Unionista: 05/06/2009 US 12/478.858

(73) Titular(es): Air Products and Chemicals, Inc.

(72) Inventor(es): Ali Esmaili, Blaine Edward Herb, Kevin Boyle Fogash, Oliver Jacob Smith IV, Thomas Joseph Bzik, William Robert Licht, Xianming Jimmy Li

(57) Resumo: MÉTODO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE TUBOS NUM FORNO, MÉTODO PARA COLETAR DADOS DE TEMPERATURA PARA UMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUMA CÂMARA, E SISTEMA PARA COLETAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUM FORNO. Um sistema e método são divulgados para coleta de dados de temperatura, a partir de uma pluralidade de recursos numa câmara, incluindo a captura de uma primeira imagem de uma área interna da câmara, captura de uma segunda imagem de uma área interna da câmara, identificação de uma pluralidade de recursos dentro dos dados para a primeira imagem e dos dados para a segunda imagem gerando uma representação da área interna, com base nos primeiros dados de imagem, nos segundos dados de imagem, e a identificação de cada recurso da pluralidade de recursos na área interna, e correlação da representação da área interna com informações de temperatura relativas à área interna.



MÉTODO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA
PLURALIDADE DE TUBOS NUM FORNO, MÉTODO PARA COLETAR DADOS
DE TEMPERATURA PARA UMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUMA
CÂMARA, E SISTEMA PARA COLETAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA
5 NUMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUM FORNO

Antecedentes da Invenção

A presente invenção é dirigida à coleta de dados de
temperatura em áreas com recursos geométricos complexos. De
modo particular, a presente invenção é dirigida á coleta de
10 dados de temperatura em tubos de processo num forno.

De modo geral, a eficiência energética para
processos industriais está se tornando mais importante.
Para muitos processos, tal como a produção de hidrogênio, a
eficiência do processo é relacionada à capacidade para
15 monitorar/ manter certas temperaturas. A medição da
temperatura em áreas com recursos geométricos complexos
pode apresentar diversos desafios. Por exemplo, durante a
medição de temperaturas em locais específicos dos recursos,
a inconsistência na coleta das medidas no local específico
20 do recurso pode resultar em medidas inconsistentes. A
monitoração mais precisa da temperatura no local específico
do recurso pode permitir elevada eficiência energética, por
permitir que dados mais precisos sejam usados para controle
do processo.

Uma área tendo recursos geométricos complexas é um forno (incluindo, mas não limitado a, um reformador a vapor de metano). Um tipo de forno pode utilizar numerosos tubos de processo (incluindo uma configuração, que possui mais de 5 400 tubos de processo) contendo um catalisador (p. ex., um catalisador de reforma) para transportar um fluido de processo (p. ex., vapor e um hidrocarboneto). O forno, em um exemplo, pode incluir tubos de processos verticalmente estendidos, posicionados em fileiras paralelas com cerca de 10 30 a 60 tubos em cada fileira. A distância entre duas fileiras de tubo é de cerca de 2 a 3 metros. Os tubos podem estender-se na vertical a cerca de 12 metros, e possuem um diâmetro externo de 100 a 150 mm. Os tubos podem ser posicionados na fileira com um espaçamento entre centros de 15 250 a 500 mm. Cerca de 10 a 20 queimadores podem ser posicionados entre cada conjunto de duas fileiras de tubos. Um total de oito ou mais fileiras de tubos e de nove ou mais fileiras de queimadores pode ser incluído no forno.

Uma maneira para melhorar a eficiência de um forno 20 é manter uma uniformidade de temperatura entre os tubos de processo numa elevação predeterminada no forno. Assim, a medição ou monitoração da temperatura de cada um dos tubos de processo em um local ou elevação predeterminada pode ser necessária para obter a melhoria de eficiência desejada. 25 Além disso, os tubos de processo de um forno podem estar sob pressões internas muito altas (de até cerca de 50

atmosferas) e sob temperaturas muito altas (de até cerca de 950 ° C). Assim, uma ligeira mudança na temperatura pode reduzir a vida útil de um tubo de processo. Por exemplo, a operação a cerca de 10° C acima da temperatura nominal para o tubo pode reduzir a vida útil do tubo em até pela metade. O custo de reparo e/ou troca dos tubos pode ser alto, devido ao uso de ligas especiais nos tubos, que são necessárias para permitir que os tubos sobrevivam às condições operacionais do forno. Assim sendo, operadores de forno também medem/ monitoram as temperaturas dos tubos para evitar a ultrapassagem da temperatura nominal nos tubos, além de tentar obter melhorias de eficiência.

Em um método para medir/ monitorar a temperatura dos tubos de processo, um operador pode usar um pirômetro óptico. Ao usar o pirômetro óptico, o operador direciona o dispositivo em um local predeterminado num tubo de processo e, a seguir, ativa o dispositivo. Após a ativação, o pirômetro óptico mede a radiação térmica, e exibe ou registra uma temperatura correspondente para o local predeterminado sobre o tubo de processo. O operador repete o processo para cada um dos tubos. O uso do pirômetro óptico possui diversas desvantagens, em que pode ocorrer alta exposição térmica, o mesmo local predeterminado pode não ser usado para todos os tubos, a temperatura de um tubo selecionado pode não ser medida, o mesmo tubo pode ser inadvertidamente medido duas vezes, ao invés do tubo

adjacente desejado, e o processo pode demorar em excesso, resultando em flutuações de temperatura para os tubos.

Assim, o que precisamos é fornecer um método para medir a temperatura de recursos geométricos complexos usando um processo padronizado que permita uma coleta mais rápida de dados.

Sumário da Invenção

De acordo com o aspecto, a divulgação é dirigida a um método para determinar informações de temperatura numa pluralidade de tubos num forno. O método compreende a captura de uma pluralidade de imagens de uma área interna de um forno. Pelo menos algumas imagens da pluralidade de imagens são associadas a diferentes porções da área interna do forno, e cada imagem da pluralidade de imagens inclui dados de pixels associados a um subconjunto da pluralidade de tubos posicionados dentro do forno. O método ainda compreende a identificação de cada tubo do subconjunto da pluralidade de tubos em cada imagem da pluralidade de imagens, processamento de uma porção dos dados de pixels associados a cada tubo identificado, para obter um valor representando uma medida da tendência central para cada tubo identificado do subconjunto da pluralidade de tubos em cada imagem da pluralidade de imagens, e processamento do valor representando a medida da tendência central para cada tubo identificado, para obter informações de temperatura para a pluralidade de tubos.

O processamento do valor representando a medida da tendência central para cada tubo identificado pode compreender a determinação de um valor de temperatura para cada tubo identificado, a partir do valor correspondente representando a medida da tendência central para cada tubo identificado. O método pode ainda compreender o estabelecimento de uma correlação entre os valores previamente obtidos, representando medidas da tendência central e das temperaturas medidas correspondentes, e onde a determinação do valor da temperatura para cada tubo identificado, através do valor correspondente representando a medida da tendência central, usa a correlação. O método pode ainda compreender a geração de um modelo geométrico da pluralidade de tubos posicionados no forno. De modo alternativo, a identificação de cada tubo pode compreender a identificação de uma borda de um tubo da pluralidade de tubos, e a sobreposição de uma grade a uma imagem correspondente, usando um modelo geométrico da pluralidade de tubos posicionados no forno e a borda identificada de um tubo. A sobreposição de uma grade pode compreender a atribuição das linhas de grade para corresponder com as bordas de cada tubo da pluralidade de tubos na imagem correspondente. O processamento de uma porção dos dados de pixels pode compreender a identificação de um segmento da grade correspondente a cada tubo identificado, e processamento dos dados de pixels associados ao segmento

identificado, para obter o valor representando a medida da tendência central para o tubo identificado correspondente.

A identificação de um segmento da grade pode compreender a identificação de segmentos localizados numa elevação predeterminada de cada tubo identificado. Os dados de pixels podem compreender dados para uma pluralidade de canais, e o processamento de uma porção dos dados de pixels pode compreender o processamento dos dados para cada canal da pluralidade de canais, para obter um valor de canal para cada canal da pluralidade de canais. O processamento de uma porção dos dados de pixels pode compreender o processamento dos valores de canal para a pluralidade de canais, para obter o valor representativo da medida da tendência central para o tubo identificado. O processamento do valor representativo da medida da tendência central para cada tubo identificado pode ainda compreender a determinação de tubos da pluralidade de tubos tendo uma pluralidade de valores de temperatura determinados, correspondentes, e processamento da pluralidade de valores de temperatura determinados, correspondentes, para cada tubo determinado da pluralidade de tubos, para obter um único valor de temperatura para cada tubo determinado. O processamento do valor representativo da medida da tendência central para cada tubo identificado, para obter informações de temperatura, pode compreender a geração de um valor

representativo da medida da tendência central para cada tubo identificado numa pluralidade de elevações.

Um aspecto adicional da divulgação pode compreender a correção para distorção de imagens em cada imagem da pluralidade de imagens e correção para distorção rotacional em cada imagem da pluralidade de imagens. A captura de uma pluralidade de imagens de uma área interna pode compreender a captura da pluralidade de imagens numa sequência predeterminada. Outro aspecto do método pode compreender exibição das informações de temperatura para a pluralidade de tubos.

De acordo com outro aspecto, a divulgação é dirigida a um método para coletar dados de temperatura para uma pluralidade de recursos numa câmara. O método compreende a captura de uma primeira imagem de uma área interna da câmara. A primeira imagem é associada a uma primeira porção da área interna. A primeira imagem compreende primeiros dados de imagem para a pluralidade de recursos posicionados dentro da área interna. O método ainda compreende a captura de uma segunda imagem da área interna da câmara. A segunda imagem é associada a uma segunda porção da área interna. A segunda imagem inclui dados da segunda imagem para a pluralidade de recursos posicionados dentro da área interna. O método ainda compreende a identificação da pluralidade de recursos dentro dos dados da primeira imagem e dos dados da segunda

imagem, e geração de uma representação de área interna, baseada nos dados da primeira imagem, nos dados da segunda imagem, e na identificação de cada recurso da pluralidade de recursos na área interna. A representação da área interna compreende dados relativos à pluralidade de recursos posicionados dentro da área interna. O método ainda compreende o estabelecimento de uma correlação entre a representação da área interna e informações de temperatura relativas à área interna, e cálculo de temperaturas da pluralidade de recursos na área interna, a partir da representação da área interna usando a correlação estabelecida.

Um aspecto adicional do método pode compreender a geração e exibição de um gráfico das temperaturas calculadas. A geração de uma representação da área interna pode compreender a determinação de cada recurso da pluralidade de recursos tendo uma pluralidade de valores calculados, geração de um valor consolidado para cada recurso determinado da pluralidade de recursos, baseado na pluralidade de valores calculados para o recurso determinado correspondente, e a representação da área interna pode compreender o valor consolidado para cada recurso determinado da pluralidade de recursos.

Outros aspectos do método podem compreender a associação dos dados da primeira imagem a um recurso identificado correspondente na primeira imagem, e cálculo

de um valor para cada recurso identificado na primeira imagem, usando os dados da primeira imagem associados. A câmara pode ser um forno e a pluralidade de recursos pode ser uma pluralidade de tubos de processo. A geração de uma
5 representação da área interna pode compreender a geração de uma representação interna numa pluralidade de elevações dentro da câmara. Outro aspecto do método pode compreender a geração e exibição de um gráfico tridimensional das informações de temperatura.

10 De acordo com outro aspecto, a divulgação é dirigida a um sistema para coletar informações de temperatura numa pluralidade de recursos num forno. O sistema compreende um dispositivo configurado para capturar uma imagem digital de uma área interna de um forno. 'A
15 imagem digital compreende dados de imagem na área interna do forno, e a área interna do forno inclui uma pluralidade de recursos. O sistema ainda compreende um dispositivo de computação, tendo um microprocessador, um dispositivo de memória e um programa executável pelo microprocessador. O
20 dispositivo de computação é configurado para receber os dados de imagem do dispositivo. O sistema ainda compreende um banco de dados armazenando uma relação entre valores de pixels e valores de temperatura. O microprocessador e programa são configurados para processar os dados de
25 imagem, para obter valores de pixels para cada recurso da pluralidade de recursos na imagem digital, e para

determinar uma temperatura para cada recurso da pluralidade de recursos, com base na relação armazenada no banco de dados.

Uma vantagem da presente invenção é a monitoração
5 aprimorada de temperaturas dos tubos de processo para obter melhorada eficiência do forno e para prolongar a vida útil dos tubos de processo.

Outra vantagem da presente invenção é um sistema padronizado de medição/ monitoração.

10 Outra vantagem ainda da presente invenção é reduzir a quantidade de tempo, em que os operadores ficam expostos às altas temperaturas do forno.

Outra vantagem ainda da presente invenção é a elevada economia de custos e de tempo para o processo de
15 medição/ monitoração.

Outros aspectos do método e sistema são aqui divulgados. Os recursos, como acima discutidos, bem como outros recursos e vantagens da presente invenção serão percebidos e entendidos pelas pessoas versadas na arte, a
20 partir da descrição detalhada e dos desenhos a seguir.

Breve Descrição das Diversas Vistas dos Desenhos

A fig. 1 mostra uma vista de seção transversal de um forno.

A fig. 2 mostra uma representação dos campos de
25 visão de uma câmara usada para coletar dados de imagem do forno.

A fig. 3 mostra um gráfico de contorno exemplificante das diferenças de temperatura para uma elevação predeterminada de um forno.

Sempre que possível, os mesmos números de referência serão usados ao longo dos desenhos, para representar as mesmas partes.

Descrição Detalhada

A presente invenção será agora descrita em mais detalhes aqui a seguir com referência aos desenhos anexos, onde uma modalidade exemplificante da divulgação é mostrada. Essa divulgação pode, no entanto, ser incorporada de muitas maneiras distintas, não devendo ser interpretada, como limitada às modalidades aqui descritas.

Os artigos "um" e "uma", conforme aqui usados, significam um ou mais, quando aplicados a qualquer recurso nas modalidades da presente invenção, descrita no relatório descritivo e nas reivindicações. O uso de "um" e "uma" não limita o significado para um único recurso, a não ser que tal limite seja especialmente citado. O artigo "o(a)" precedendo substantivos no singular ou no plural ou expressões no substantivo significa um recurso particular especificado, ou recursos particulares especificados, e pode ter uma conotação singular ou plural, dependendo do contexto no qual ele é usado. O adjetivo "qualquer um" significa um, alguns, ou todos de forma indiscriminada, qualquer que seja a quantidade.

Conforme aqui usada, "pluralidade" significa "pelo menos dois (duas)".

A fig. 1 mostra uma representação de seção transversal de um forno 102, com tubos de processo 104 posicionados dentro de uma área interna 106 do forno 102. O forno 102 pode ser um reformador a vapor de metano, reformador de metanol, craqueador de etileno, forno de reaquecimento para reformação por catálise com platina, câmara de calor radiante, ou outro tipo similar de forno, reformador ou câmara. Os tubos 104 podem ser posicionados numa pluralidade de fileiras 112 separadas por queimadores ou elementos de aquecimento 108. Em outra modalidade, outros recursos, p. ex., elementos de trocadores de calor e/ou outras estruturas adequadas, na área interna 106 do forno 102, podem ser usados, ao invés dos, ou em adição aos, tubos 104. Os tubos 104 podem se estender vertical ou horizontalmente no forno 102. Os queimadores 108 podem ser dispostos em fileiras e usados para elevar a temperatura da área interna 106 do forno 102 a uma temperatura desejada, para efetuar o processo ou a atividade a ser realizada dentro do forno 102. Em uma modalidade, as fileiras de tubos 104 e fileiras de queimadores 108 podem ser substancialmente paralelas. Ao longo do perímetro do forno 102 existem janelas de visita 110, permitindo que os tubos 104, queimadores 108 e qualquer outra estrutura ou recurso dentro do forno 102 sejam vistos e/ou analisados a partir

de um ponto externo ao forno 102. Em uma modalidade, pares de janelas de visita 110 podem ser posicionados no perímetro do forno 102, nas pontas opostas de uma fileira de queimadores 108.

5 O forno 102 pode ter janelas de visita 110 em um ou mais níveis ou elevações. A provisão de janelas de visita 110 em mais do que um nível permite maior capacidade de visão dos tubos 104.

10 O processo começa, pela obtenção de uma série de imagens digitais dos tubos 104 no forno 102, através das janelas de visita 110. As imagens digitais podem ser tiradas por uma câmara digital, ou por qualquer outro dispositivo capaz de capturar informações de imagens digitais. As imagens digitais podem ser obtidas, apontando-
15 se a câmara digital através de cada janela de visita 110 e, a seguir, capturando-se as informações de imagem correspondentes, isto é, "tirando-se uma foto" da porção correspondente da área interna.

20 Em uma modalidade, a câmara digital pode ser posicionada sobre um tripé ou outro dispositivo similar, para tentar manter os ângulos de inclinação longitudinal, inclinação lateral, e de incidência desejados nas imagens digitais, e para auxiliar no posicionamento da lente da câmara no centro da janela de visita 110. Além disso, a
25 câmara pode ser ajustada em um modo manual, para manter uma

velocidade de abertura mais consistente, e o foco pode ser ajustado em infinito.

Para obter uma imagem da área interna 106 do forno 102, que inclui os tubos 104, a câmara pode ser temporariamente posicionada em uma janela de visita 110, com o operador apontando a câmara através da janela de visita 110 e, a seguir, apertando o botão do obturador para capturar a imagem e, a seguir, removendo a câmara da janela de visita 110. A fig. 2 mostra os campos de visão 120 da câmara, durante a obtenção de imagens de diversas janelas de visita 110. Como pode ser visto na fig. 2, cada campo de visão da câmara inclui uma porção de uma ou mais fileiras de tubo 104. O período de tempo, em que a câmara está sendo apontada através da janela de visita 110, deve ser minimizado para proteger a câmara e o operador contra excessiva exposição a calor radiante; no entanto, a câmara não deve se mover, quando o botão do obturador estiver sendo apertado, para garantir que a imagem não fique borrada. O procedimento pode ser repetido para cada janela de visita 110 no perímetro do forno 102.

A câmara pode capturar uma imagem (ou múltiplas imagens) através da janela de visita de uma porção da área interna 106 do forno 102. A imagem pode incluir uma fileira de tubos 104 localizadas ao longo do lado esquerdo da imagem, e outra fileira de tubos 104 localizada ao longo do lado direito da imagem. Além disso, a imagem pode incluir

uma janela de visita oposta. A janela de visita oposta pode ser usada para capturar uma imagem na parede oposta do forno 102. Em uma modalidade, a imagem pode incluir outras estruturas e/ou recursos da área interna 106 do forno 102, 5 que estão dentro do campo de visão da câmara.

Em outra modalidade, a porção da área interna 106 capturada numa imagem pode sobrepor-se ou incluir porções similares da área interna 106, capturadas em outras imagens. Mencionado de modo distinto, a porção da área 10 interna 106 mostrada em uma imagem pode incluir estruturas ou recursos, que são também mostrados em outras imagens. Por exemplo, imagens tiradas de janelas de visita 110 adjacentes podem mostrar lados opostos do mesmo tubo 104. Da mesma forma, imagens tiradas de janelas de visita 15 opostas janela de visita 110 podem mostrar o mesmo tubo 104 em diferentes ângulos. Além disso, não é necessário que as imagens correspondam ou mapeiem regiões específicas ou exclusivas da área interna 106, podendo mostrar regiões ou porções substancialmente similares da área interna 106. Em 20 outra modalidade ainda, uma imagem mostra uma porção distinta da área interna 106, se a imagem incluir uma estrutura ou recurso, que não é mostrado em outra imagem, ou mostra as mesmas estruturas ou recursos em diferentes ângulos ou perspectivas do que as outras imagens.

25 Em uma modalidade, as imagens da área interna 106 e dos tubos 104, a partir de cada janela de visita 110, podem

ser capturadas, de acordo com uma sequência predeterminada, ou ao longo de um trajeto predeterminado 202 em torno do perímetro do forno 102, como mostrado na fig. 2. O trajeto predeterminado 202 pode se estender numa direção horária ou anti-horária. Através da captura de imagens numa sequência predeterminada, a subsequente identificação da porção da área interna 106 capturada em cada imagem pode ser rapidamente efetuada, visto que cada etapa da sequência ou trajeto corresponde a uma porção conhecida da área interna 106. Em outra modalidade, imagens da área interna 106 e dos tubos 104 podem ser tiradas em qualquer ordem ou sequência desejada, com o requisito adicional de que a porção correspondente da área interna 106 seja correlacionada com a imagem capturada. Visto que o forno 102 pode incluir janelas de visita 110 nos lados opostos do forno 102 e, em cada lado de uma fileira de tubos 104, todos os tubos 104 podem ser incluídos em pelo menos duas imagens, e muitos dos tubos 104 podem ser incluídos em pelo menos quatro imagens.

20 Em uma modalidade, uma única câmara é usada para capturar todas as imagens da área interna 105 do forno 102. O uso da única câmara para capturar todas as imagens pode elevar a consistência do posterior processamento e análise dos dados de imagem, porque as imagens capturadas sob 25 condições de câmara uniforme, tais como níveis de ruído/sinal uniformes e sensibilidades uniformes a diferentes

comprimentos de onda. Em outra modalidade, uma pluralidade de câmaras pode ser usada para capturar imagens, mas o processamento e análise subsequentes dos dados de imagem deve levar em conta diferenças nas condições da câmara, tais como diferenças nas sensibilidades a diferentes comprimentos de onda, e diferenças nas relações entre sinal e ruído, em decorrência das diferenças nas condições entre câmaras e/ou modelos de câmara. A consideração das diferenças nas condições das câmaras é necessária para fazer com que os dados de imagem coletados de uma câmara correspondam aos dados de imagem coletados de outra câmara.

Por ocasião da captura de uma imagem da área interna 106 do forno 102, a câmara pode incluir um ou mais filtros para impedir ou reduzir que certos comprimentos de onda de luz alcancem o sensor ou formador de imagens. A imagem ou sensor pode incluir dispositivos de carga acoplada (CCDs) e/ou dispositivos semicondutores de óxido metálico complementares (CMOS). Em uma modalidade, o filtro pode ser projetado para permitir que 50% da luz, em um comprimento de onda determinado, passe através do filtro e alcance o sensor. O filtro é ainda projetado para permitir que menos luz, isto é menos de 50% da luz, passe pelo filtro, em comprimentos de onda que sejam inferiores ao comprimento de onda determinado, e para permitir que mais luz, isto é, mais de 50% da luz, passe pelo filtro em comprimentos de onda maiores do que o comprimento de onda

predeterminado. Em uma modalidade, o comprimento de onda predeterminado pode ser de cerca de 715 nm. Em outras modalidades, o comprimento de onda predeterminado pode se situar entre cerca de 300 nm ou menos e/ou 1.000 nm ou
5 mais.

O formador de imagens ou sensor, que é operado na câmara, pode incluir pixels que registrem a intensidade de luz recebida no pixel. O número de pixels na câmara corresponde à resolução da câmara. Em uma modalidade, a
10 câmara pode ter uma resolução entre cerca de 1 megapixel (cerca de 1 milhão de pixels) e cerca de 10 megapixels (cerca de 10 milhões de pixels) ou mais. Cada pixel no formador de imagens ou sensor pode ter um ou mais componentes ou canais que registram a intensidade de luz.
15 Em uma modalidade, cada pixel do formador de imagens ou sensor pode ter 3 componentes ou canais, que podem corresponder às cores vermelha (R), verde (G) e azul (B). Os canais ou componentes do pixel podem ser configurados, para serem mais receptivos à luz em certas frequências
20 predeterminadas, e menos receptivos à luz em outras frequências predeterminadas, por ocasião do registro da intensidade de luz. Em outras palavras, a luz em certas frequências predeterminadas pode contribuir mais para a medição da intensidade global, do que a luz em outras
25 frequências predeterminadas. Quando uma imagem é capturada, as intensidades registradas para cada canal ou componente

de cada pixel são armazenadas como dados de imagens ou dados de pixels. Em uma modalidade, os pixels são configurados para medir a intensidade de luz no espectro visível.

5 Após as imagens do forno 102 ser obtidas, os dados de imagem correspondentes para cada uma das imagens podem ser carregados em um computador, ou em outro dispositivo de processamento, para processamento e análise adicionais. Cada uma das imagens pode ser então processada, usando-se o

10 computador para corrigir, isto é, reduzir ou eliminar, qualquer distorção na imagem. Antes de cada imagem poder ser processada para corrigir eventual distorção na imagem, um modelo de transformação para representar cada combinação de lente e câmara, usada para capturar imagens, pode ser

15 construído ou criado. Para criar um modelo de transformação, uma série de modelos de distorção radial pode ser criada para a combinação de lente e câmara. Um modelo de distorção radial determina a quantidade de distorção radial, que pode ser introduzida por uma

20 combinação de lente e câmara calibrada para um comprimento focal selecionado (levando em conta a possibilidade de uma lente zoom) e distância focal selecionada. Após o modelo de transformação ter sido criado para uma combinação de lente e câmara, o modelo de transformação pode ser aplicado às

25 imagens capturadas por essa combinação de lente e câmara para corrigir qualquer distorção. Métodos para correção de

distorção são conhecidos na arte. Qualquer método adequado para correção de distorção pode ser usado em combinação com presente método.

Em adição à correção de distorção, cada uma das
5 imagens pode ser processada, usando-se o computador para corrigir qualquer rotação ou desvio (correção de rotação) a partir de uma posição específica, p. ex., uma posição centrada. A correção da rotação pode ser efetuada para corrigir a orientação vertical da imagem (ângulo de
10 inclinação lateral), corrigir o ângulo para cima e para baixo (de inclinação longitudinal), e o ângulo da esquerda para direita (de guinada). Em uma modalidade, os ângulos de inclinação lateral e longitudinal podem ser corrigidos, pela detecção da(s) borda(s) do(s) último(s) tubo(s) 104 na
15 imagem e a posição da janela de visita 110 oposta e, a seguir, ajustando a imagem, de modo que a(s) borda(s) do(s) último(s) tubo(s) 104 na imagem seja(m) vertical(is). Em outra modalidade, a guinada pode ser corrigida, usando-se informações de geometria do forno. Métodos para correção da
20 rotação são conhecidos na arte. Qualquer método adequado para correção da rotação pode ser usado em combinação com o presente método.

As imagens corrigidas podem ser processadas, usando-se o computador para detectar ou determinar as
25 bordas dos tubos 104 e/ou quaisquer outros recursos desejáveis, p. ex., janela de visita 110 oposta na imagem.

As bordas detectadas dos tubos 104 e os recursos detectados pela imagem podem ser ajustados ou modificados, com vistas a um modelo geométrico do forno 102. Um modelo geométrico é uma representação da posição no espaço de cada recurso no

5 forno (representado de modo característico pelas coordenadas x , y , z e um ponto de referência). Com base na especificação de projeto, tal como o espaçamento entre fileiras, espaçamento entre tubos, e a distância entre a parede e o primeiro tubo, um modelo geométrico, conforme

10 projetado, pode ser desenvolvido. Devido às tolerâncias de fabricação e ao movimento tubular resultante da expansão térmica, os tubos e outros recursos do forno podem não estar localizados de modo preciso na mesma posição do que no modelo geométrico, conforme projetado. Esse modelo pode

15 ser, em seguida, modificado para corresponder às condições operacionais reais do forno, por comparação das bordas detectadas nas imagens com o modelo geométrico. Isso permite que os tubos ou outros recursos sejam identificados.

20 O modelo geométrico é usado como ponto de partida para identificar cada tubo. A detecção de borda é usada para o ajuste fino da localização do recurso, porque os tubos podem se dobrar ou mover num ambiente de alta temperatura.

25 A borda dos bancos de tubos e localização da janela de visita são estimadas, com base em um esquema de

modelagem, que incorpora as informações geométricas e o resultado da detecção de bordas através da imagem. As informações da detecção de borda através do processamento de imagens são conciliadas com os dados geométricos.

5 O processo ou algoritmo para detecção de borda estima a possível localização das bordas, e apresenta uma distribuição de probabilidades de onde cada borda pode ser localizada. A distribuição de probabilidades da localização de borda é comparada com o modelo geométrico. Visto que
10 existem bordas múltiplas, que são posicionadas ao mesmo tempo, o erro entre as informações geométricas e a densidade de probabilidades da localização das bordas são minimizados para resultar na localização final das bordas.

Utilizando o modelo geométrico e as bordas
15 tubulares identificadas e outros recursos, cada tubo 104 em cada imagem pode ser identificado e segmentado. Iniciando com a borda detectada do último tubo 104 numa fileira, uma grade pode ser sobreposta sobre uma porção da imagem correspondente à fileira de tubos. A grade pode ser
20 espaçada de modo desigual, e pode ser baseada em dimensões e configuração do modelo geométrico, tal como o espaçamento entre as fileiras de tubos e a distância entre centros tubulares. As linhas verticais da grade sobreposta correspondem às bordas dos tubos 104, com base em posições
25 conhecidas dos tubos 104 através do modelo geométrico. O espaçamento entre as linhas de grade pode variar de 1 pixel

a 100 ou mais pixels, dependendo da resolução da câmara usada. A grade pode incluir uma fileira de segmentos tendo um comprimento e/ou altura predeterminada. Os segmentos podem ser centrados de torno de uma elevação
5 predeterminada.

Cada segmento da fileira de segmentos é, então, checado, para determinar se o segmento faz parte de um tubo 104, ou constitui outra parte da área interna 106, fazendo parte da detecção de defeitos ou de valores discrepantes.
10 Se um segmento não fizer parte de um tubo 104, o segmento é descartado. Os segmentos restantes, que correspondem aos tubos 104 no forno 102, são então usados na análise, para determinar uma temperatura de cada um dos tubos 104 na imagem correspondente. Em uma modalidade, o método usado
15 para determinar valores discrepantes, ou se um segmento faz parte de um tubo, é baseado numa árvore de classificação. A árvore de classificação é desenvolvida, usando-se informações do modelo geométrico. Uma série de estatísticas distintas é testada para um segmento e, com base no
20 resultado dos testes, um segmento é determinado, como sendo bom (parte integrante de um tubo) ou ruim (não tubo).

A temperatura dos tubos 104 é determinada, com base nos dados de pixels a partir de todas as imagens. Para determinar um valor de temperatura para um tubo 104 numa
25 imagem, os dados de pixels no segmento do tubo 104 correspondente são processados para determinar um valor

representativo de uma medida da uma tendência central, que é então correlacionada a uma temperatura. A temperatura ou valor de temperatura é um valor representativo para o tubo. A temperatura do tubo varia ao longo de sua extensão, e uma ou mais elevações selecionadas são medidas para fornecer o(s) valor(es) representativo(s) de temperatura para um tubo. O processamento dos dados de pixels, p. ex., valores de intensidade, começa com a obtenção de um valor representando uma medida da tendência central, para cada canal ou componente, a partir dos dados de pixels dos pixels no segmento. Em uma modalidade, o valor representativo de uma medida da tendência central pode ser uma média dos dados de pixels. No entanto, em outras modalidades, o valor representativo de uma medida da tendência central pode ser uma média, média robusta, modo, ou outra medida estatística derivada dos dados de pixels. O valor representativo de uma medida da tendência central para cada canal ou componente é, então, correlacionado a um valor de temperatura. Em uma modalidade, ao valor de temperatura para um segmento determinado a partir do valor representativo de uma medida da tendência central pode ser também atribuído um valor de incerteza. O valor de incerteza pode quantificar a confiança no valor de temperatura determinado. Numerosos fatores, tais como a distância do tubo a partir da câmara (comprimento de trajeto, d), o ângulo da câmara (formado por uma linha

central da câmara e a posição do tubo 104, α), o número de pixels no segmento representando o tubo, podem afetar a confiança de uma determinação do valor de temperatura. Se os dados de pixels incluírem canais ou componentes múltiplos, o valor de temperatura para cada um dos canais ou componentes pode ser mediado, usando-se uma técnica de mediação estatística, p. ex., média, média ponderada etc., para obter um único valor de temperatura para o segmento, que corresponde a um tubo 104.

10 Para obter uma correlação entre valores de temperatura e os dados de pixels, uma relação entre temperaturas e dados de pixels conhecidos pode ser formada e armazenada num banco de dados, ou em outro dispositivo de memória para acesso futuro. Uma técnica para obter a
15 relação entre os dados de pixels e a temperatura envolve a captura de uma imagem da área interna 106 e, a seguir, seguindo-se logo após a captura da imagem com a coleta das medidas de temperatura dos tubos na porção da área interna correspondente à imagem. As medições de temperatura dos
20 tubos podem ser efetuadas com um pirômetro ótico ou outro dispositivo adequado. Os valores representativos de uma medida da tendência central da imagem, que correspondem aos tubos 104, são então comparados com as mediações de temperatura para estabelecer uma correlação ou relação
25 entre temperatura e valor de pixel. Outras técnicas para obter informações de temperatura sobre os tubos 104 podem

ser também usadas para estabelecer a relação ou correlação para valores de pixels. Após uma relação ou correlação entre temperaturas e valores de pixels ser estabelecida, a correlação pode ser usada para processamento subsequente de
5 imagens.

Após os valores de temperatura para cada tubo 104 em cada imagem ser determinados, os valores de temperatura das imagens podem ser combinados entre si para fornecer informações de temperatura sobre todos os tubos 104 no
10 forno 102. O valor de temperatura de cada tubo 104 em cada imagem é extraído e usado para gerar uma representação das informações de temperatura para todos os tubos 104 do forno 102. Quando um tubo 104 específico possuir diversos valores de temperatura, como resultado do tubo 104 estar em mais de
15 uma imagem, os valores de temperatura podem ser mediados, usando-se uma técnica de mediação estatística, p. ex., média, média ponderada etc. A incerteza dos valores de temperatura pode ser incluída como um fator, por ocasião do cálculo de uma média ponderada. Após a extração e
20 processamento dos valores de temperatura das imagens serem concluídos, um valor de temperatura para cada tubo 104 no forno 102 pode ser exibido.

Em outra modalidade, ao invés de determinar um valor de temperatura para cada tubo 104 em cada imagem, os
25 dados de pixels dos segmentos, ou os valores representando uma medida da tendência central, podem continuar a ser

processados de maneira similar àquela acima discutida (incluindo a aplicação dos valores de incerteza) para gerar uma representação do forno 102 em dados de pixels ou valores estatísticos. Os dados de pixels ou valores representativos de uma medida da tendência central na representação do forno podem ser, então, convertidos em temperaturas, usando-se a relação ou correlação acima discutida para obter uma representação do forno, com base em valores de temperatura.

Em uma modalidade, um método de regressão de variadas múltiplas (tal como de Mínimos Quadrados Parciais) pode ser usado para estabelecer uma correlação entre a temperatura dos tubos específicos, para a qual medidas de temperatura independentes são disponibilizadas, e os dados de pixels de uma imagem. A correlação pode incorporar variáveis, incluindo, mas não limitado a, valores de pixels dos canais, p. ex., valores R , G , B , d , α , outras medidas quantificáveis adequadas, e/ou suas combinações. Por exemplo, o valor correlato da temperatura do tubo pode ser representado como T_j (para o tubo j) e as variáveis independentes como x_{ij} , onde i significa a i^a variável, a partir de uma lista parcial de variáveis, onde $x \in \{R, G, B, 1/d, 1/d^2, \alpha, \dots\}$. Outras variáveis associadas à temperatura do tubo podem incluir o R , G , B dos tubos anteriores ou seguintes. A temperatura do tubo 104 em um

local predeterminado pode ser representada como uma combinação linear dessas variáveis com coeficientes A_i desconhecidos, tal como $\hat{T}_j = \sum_i A_i x_{ij}$. Dado um conjunto de medidas de temperatura independente, T_j , onde $j = 1, 2, \dots, n$, que podem advir de um pirômetro, os coeficientes desconhecidos podem ser determinados por determinação de erro entre os dados reais e a previsão no sentido dos mínimos quadrados:

$$\text{Min}_{j=1,n} \{(T_j - \hat{T}_j)^2\} = \text{Min}_{j=1,n} \left\{ \left(T_j - \sum_i A_i x_{ij} \right)^2 \right\}.$$

Essas avaliações podem ser efetuadas de modo sistemático com o auxílio de ferramentas de software matemático e de estatística padrão (p. ex., Matlab®). O resultado final das avaliações pode gerar uma correlação entre dados de imagem e temperaturas dos tubos 104, no sentido dos mínimos quadrados $\hat{T} = \sum_i A_i x_i$, permitindo estimativas de temperatura para todos os tubos nas imagens (não apenas aquelas, para as quais as medidas de temperatura independentes são disponibilizadas).

Com referência à fig. 3, informações de temperatura sobre os tubos 104 do forno 102 podem ser exibidas como um gráfico de contornos, ou outra representação gráfica (colorida) adequada. A fig. 3 mostra um gráfico de contornos exemplificantes das informações de diferenças de temperatura para os tubos 104 de um forno 102 numa elevação

predeterminada. O gráfico pode identificar fileiras e tubos de processo individuais. Como mostrado, o gráfico ilustra que o forno inclui regiões de temperatura acima da média 502, regiões de temperatura abaixo da média 504, e regiões
5 de temperatura média 506.

Em uma modalidade, o processo aqui divulgado pode ser aplicado a uma pluralidade de elevações dentro do forno 102, e pode ser usado para gerar uma vista ou representação tridimensional dos dados de temperatura. Janelas de visita
10 110 podem ser localizadas nas porções superior e inferior do forno 102. A execução do processo acima discutido com ambas as janelas de visita nas porções superior e inferior do forno 102 permite a geração de um gráfico para a porção superior e a porção inferior do forno 102. Em uma
15 modalidade, cálculos adicionais incorporando diferenças antecipadas na temperatura, nas várias elevações, são incorporados ao gráfico tridimensional. A incorporação das diferenças antecipadas nas temperaturas permite que o gráfico leve em conta anomalias com tubos 104 específicos.
20 Em outra modalidade, fileiras de segmentos múltiplos em diferentes elevações podem ser analisadas pelas imagens. O uso de segmentos múltiplos em diferentes elevações pode ser também usado para gerar uma representação tridimensional das informações de temperatura.

25 Em uma modalidade, o processo aqui divulgado pode ser usado para coletar a temperatura de outras estruturas

ou recursos, que podem ser localizados num forno ou câmara 102, tais como coberturas e paredes verticais. Após o processamento dos dados de imagem a partir das imagens, a temperatura das estruturas do forno 102 pode ser
5 determinada, pela correlação da temperatura medida das estruturas dentro do forno 102 com valores estatísticos correspondentes aos recursos. Isso é feito num método, que é similar àquele acima descrito para os tubos. Esses recursos podem ter diferentes propriedades radioativas, do
10 que aquelas dos tubos demandando um conjunto distinto de parâmetros de correlação (B_j ao invés de A_j). É necessário determinar valores desses coeficientes desconhecidos, através das medidas de temperatura independentes.

As modalidades dentro do escopo do presente Pedido
15 incluem produtos de programa compreendendo mídia legível por máquina para executar instruções, ou tendo instruções executáveis por máquina, ou estruturas de dados armazenadas na mesma. Tal mídia legível por máquina pode ser qualquer mídia disponível, que possa ser acessada por um computador
20 de uso geral ou especial, ou por outra máquina com um processador. Para fins de exemplo, tal mídia legível por computador pode compreender armazenamento de RAM, ROM, EPROM, EEPROM, CD-ROM ou de outro disco ótico, disco magnético, ou outros dispositivos de armazenagem magnética,
25 ou qualquer outro meio, que possa ser usado para executar ou armazenar código de programa desejado na forma de

instruções executáveis por máquina ou estruturas de dados, e que possa ser acessado por um computador de uso geral ou especial ou por outra máquina com um processador. Quando informações são transferidas ou transmitidas através de uma

5 rede ou outra conexão de comunicação (com fio, sem fio, ou uma combinação de com ou sem fio) a uma máquina, a máquina visualiza corretamente a conexão como uma mídia legível por máquina. Assim, qualquer uma dessas conexões é corretamente chamada de uma mídia legível por máquina. Combinações do

10 acima são também incluídas no âmbito da mídia legível por máquina. Instruções executáveis por máquina compreendem, p. ex., instruções e dados, que fazem com que um computador de uso geral, especial, ou máquinas de processamento especiais executem determinada função ou grupo de funções.

15 Embora somente certos recursos e modalidades da invenção tenham sido mostrados e descritos, muitas modificações e mudanças podem ocorrer para as pessoas versadas na arte (p. ex., variações em tamanhos, dimensões, estruturas, formatos e proporções dos diversos elementos,

20 valores de parâmetros (p. ex., de temperaturas, pressões etc.), arranjos de montagem, uso de materiais, cores, orientações etc.) sem se afastarem de forma material dos novos ensinamentos e vantagens da matéria recitada nas reivindicações. A ordem ou sequência de quaisquer etapas de

25 processo ou método podem ser variadas ou novamente seqüenciadas, de acordo com modalidades alternativas.

Assim, deve ficar claro que as reivindicações apenas se destinam a cobrir todas essas modificações e mudanças, conforme incidentes no espírito real da invenção. Além disso, num esforço para fornecer uma descrição concisa das modalidades exemplificantes, todos os recursos de uma implementação real podem não ter sido descritos (isto é, aqueles não relacionados ao melhor modo atualmente contemplado para realização da invenção, ou aqueles não relacionados para habilitar a invenção reivindicada). Deve ser apreciado que, no desenvolvimento de qualquer uma dessas implementações reais, como em qualquer projeto de engenharia, numerosas decisões de implementações específicas podem ser tomadas. Tal esforço de desenvolvimento pode ser complexo e demorado, mas será, todavia, um procedimento de rotina para projeto e fabricação para aquelas pessoas especializadas tendo o benefício dessa divulgação, sem experimentação indevida.

- REIVINDICAÇÕES -

1. MÉTODO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE TUBOS NUM FORNO, caracterizado pelo fato dele compreender:

5 captura de uma pluralidade de imagens de uma área interna de um forno, pelo menos algumas imagens da pluralidade de imagens sendo associadas a diferentes porções da área interna do forno, e onde cada imagem da pluralidade de imagens compreende dados de pixels
10 associados a um subconjunto da pluralidade de tubos posicionados dentro do forno;

 identificação de cada tubo do subconjunto da pluralidade de tubos em cada imagem da pluralidade de imagens;

15 processamento de uma porção dos dados de pixels associados a cada tubo identificado, para obter um valor representando uma medida da tendência central para cada tubo identificado do subconjunto da pluralidade de tubos em cada imagem da pluralidade de imagens; e

20 processamento do valor representando a medida da tendência central para cada tubo identificado, para obter informações de temperatura para a pluralidade de tubos.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do processamento do valor
25 representando a medida da tendência central para cada tubo identificado compreender a determinação de um valor de

temperatura para cada tubo identificado, a partir do valor correspondente representando a medida da tendência central para cada tubo identificado.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de ainda compreender:

estabelecimento de uma correlação entre os valores previamente obtidos, representando medidas da tendência central e das temperaturas medidas correspondentes; e

10 onde a determinação do valor da temperatura para cada tubo identificado, através do valor correspondente representando a medida da tendência central, usa a correlação.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender a geração de um modelo geométrico da pluralidade de tubos posicionados no forno.

5. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da identificação de cada tubo
20 compreender:

identificação de uma borda de um tubo da pluralidade de tubos; e

sobreposição de uma grade a uma imagem correspondente, usando um modelo geométrico da pluralidade
25 de tubos posicionados no forno e a borda identificada de um tubo.

6. Método, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato da sobreposição de uma grade compreender a atribuição das linhas de grade para corresponder com as bordas de cada tubo da pluralidade de tubos na imagem correspondente.

7. Método, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato do processamento de uma porção dos dados de pixels compreender:

identificação de um segmento da grade correspondente a cada tubo identificado; e

processamento dos dados de pixels associados ao segmento identificado, para obter o valor representando a medida da tendência central para o tubo identificado correspondente.

8. Método, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato da identificação de um segmento da grade compreender a identificação de segmentos localizados numa elevação predeterminada de cada tubo identificado.

9. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de:

os dados de pixels compreenderem dados para uma pluralidade de canais; e

o processamento de uma porção dos dados de pixels compreender o processamento dos dados para cada canal da pluralidade de canais, para obter um valor de canal para cada canal da pluralidade de canais.

10. Método, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato do processamento de uma porção dos dados de pixels compreender o processamento dos valores de canal para a pluralidade de canais, para obter o valor
5 representativo da medida da tendência central para o tubo identificado.

11. Método, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato do processamento do valor representativo da medida da tendência central para cada
10 tubo identificado ainda compreender:

determinação de tubos da pluralidade de tubos tendo uma pluralidade de valores de temperatura determinados, correspondentes; e

processamento da pluralidade de valores de
15 temperatura determinados, correspondentes, para cada tubo determinado da pluralidade de tubos, para obter um único valor de temperatura para cada tubo determinado.

12. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do processamento do valor
20 representativo da medida da tendência central para cada tubo identificado, para obter informações de temperatura, compreender a geração do valor representativo da medida da tendência central para cada tubo identificado numa pluralidade de elevações.

13. MÉTODO PARA COLETAR DADOS DE TEMPERATURA PARA UMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUMA CÂMARA, caracterizado pelo fato dele compreender:

5 captura de uma primeira imagem de uma área interna da câmara, a primeira imagem sendo associada a uma primeira porção da área interna, e onde a primeira imagem compreende primeiros dados de imagem para a pluralidade de recursos posicionados dentro da área interna;

10 captura de uma segunda imagem da área interna da câmara, a segunda imagem sendo associada a uma segunda porção da área interna, e onde a segunda imagem compreende dados da segunda imagem para a pluralidade de recursos posicionados dentro da área interna;

15 identificação da pluralidade de recursos dentro dos dados da primeira imagem e dos dados da segunda imagem;

20 geração de uma representação de área interna, baseada nos dados da primeira imagem, nos dados da segunda imagem, e na identificação de cada recurso da pluralidade de recursos na área interna, onde a representação da área interna compreende dados relativos à pluralidade de recursos posicionados dentro da área interna;

 estabelecimento de uma correlação entre a representação da área interna e informações de temperatura relativas à área interna; e

cálculo de temperaturas da pluralidade de recursos na área interna da representação da área interna, usando a correlação estabelecida.

14. Método, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato da geração de uma representação da área interna compreender:

determinação de cada recurso da pluralidade de recursos tendo a pluralidade de valores calculados;

geração de um valor consolidado para cada recurso determinado da pluralidade de recursos, baseado na pluralidade de valores calculados para o recurso determinado correspondente; e

onde a representação da área interna compreende o valor consolidado para cada tubo determinado da pluralidade de recursos.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, caracterizado pelo fato de compreender:

associação dos dados da primeira imagem a um recurso identificado correspondente na primeira imagem; e

cálculo de um valor para cada recurso identificado na primeira imagem, usando os dados da primeira imagem associados.

16. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato da geração de uma representação da área interna compreender a geração de uma representação interna numa pluralidade de elevações dentro da câmara.

17. Método, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de ainda compreender a geração e exibição de um gráfico tridimensional das informações de temperatura.

5 18. SISTEMA PARA COLETAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUM FORNO, caracterizado pelo fato dele compreender:

dispositivo configurado para capturar uma imagem digital de uma área interna de um forno, a imagem digital
10 compreendendo dados de imagem na área interna do forno, e a área interna do forno incluindo uma pluralidade de recursos;

dispositivo de computação, compreendendo um microprocessador, um dispositivo de memória e um programa
15 executável pelo microprocessador, o dispositivo de computação sendo configurado para receber os dados de imagem do dispositivo;

banco de dados armazenando uma relação entre valores de pixels e valores de temperatura; e

20 do microprocessador e programa serem configurados para processar os dados de imagem, para obter valores de pixels para cada recurso da pluralidade de recursos na imagem digital, e para determinar uma temperatura para cada recurso da pluralidade de recursos, com base na relação
25 armazenada no banco de dados.

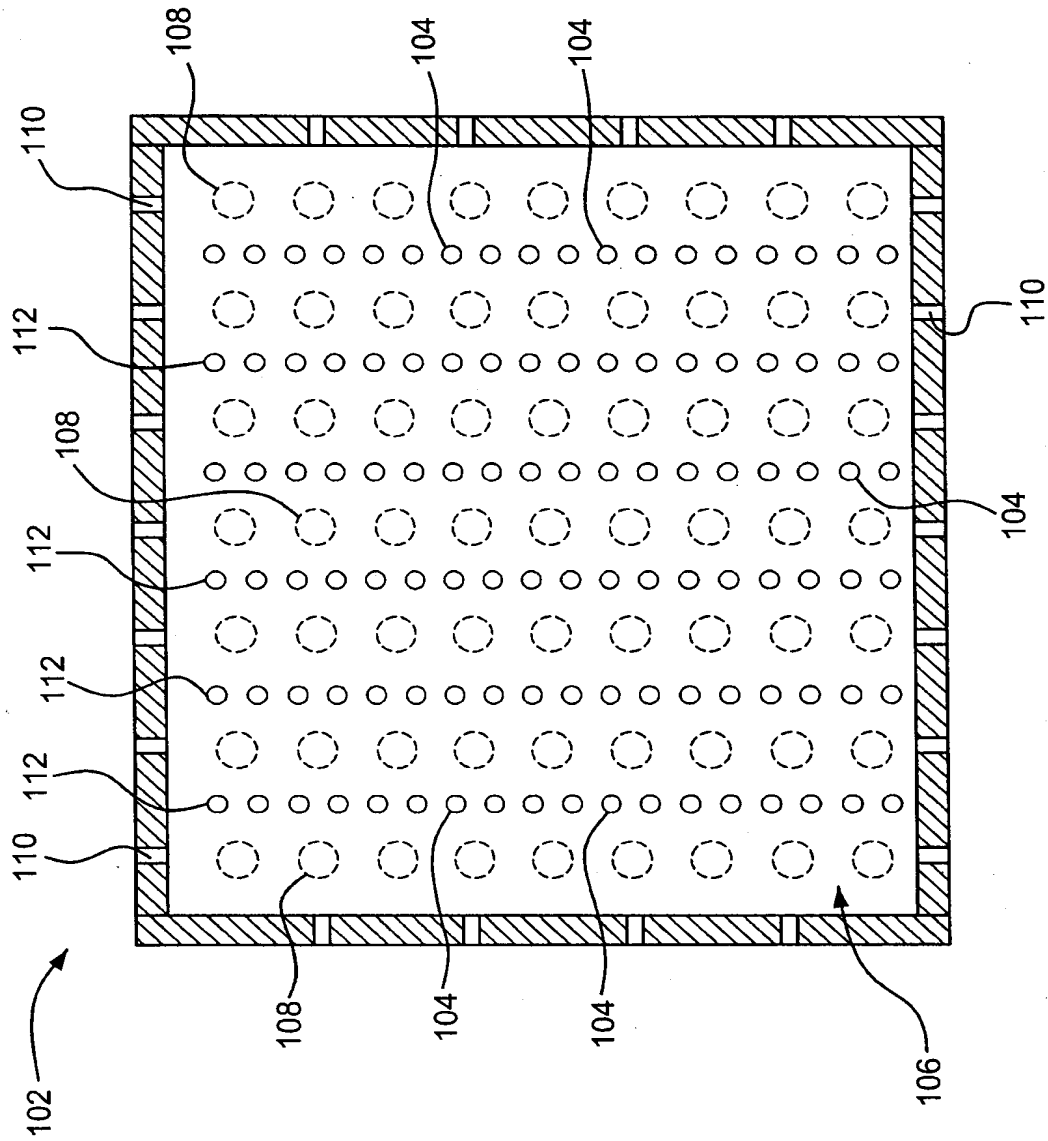


FIG. 1

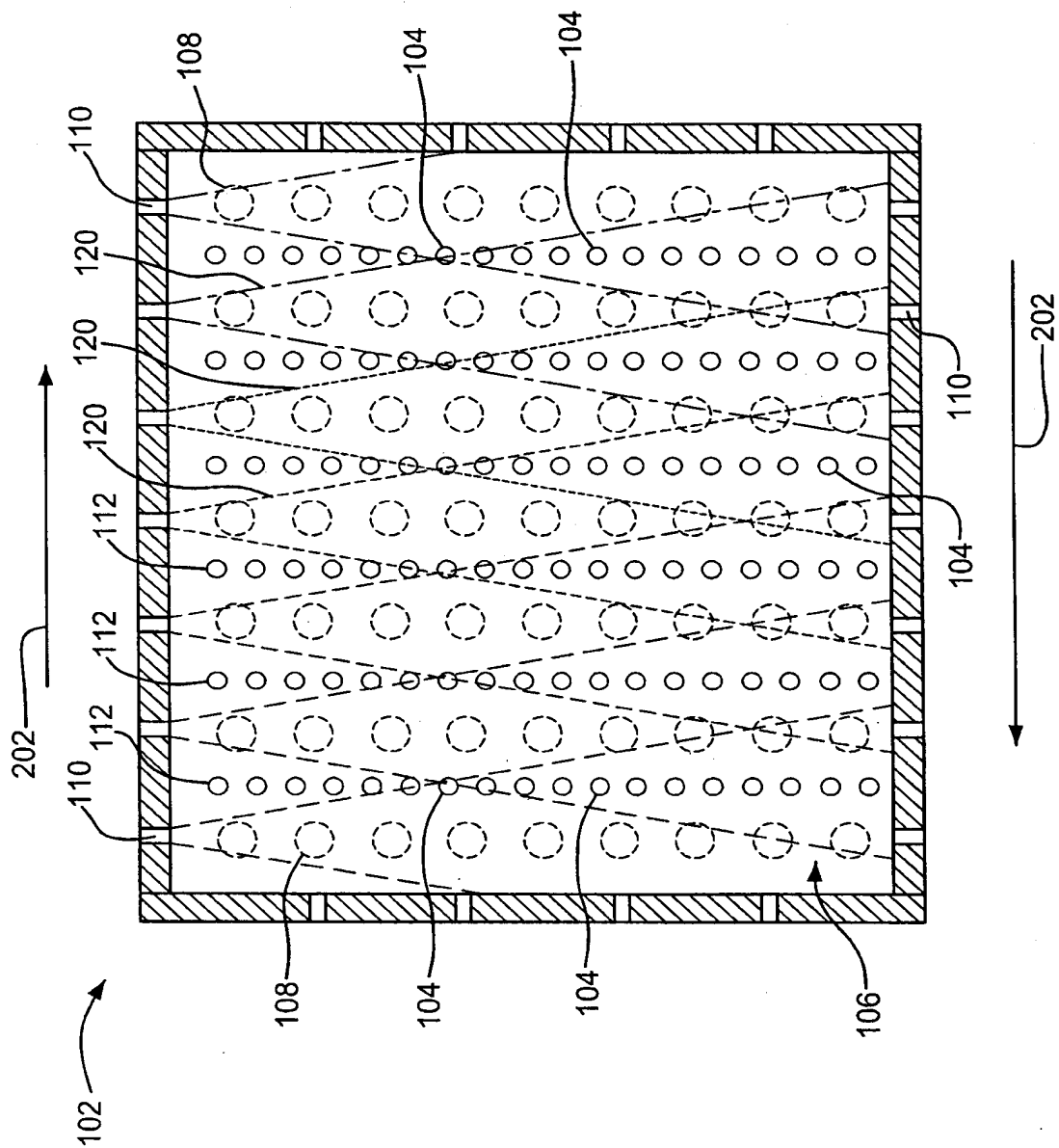


FIG. 2

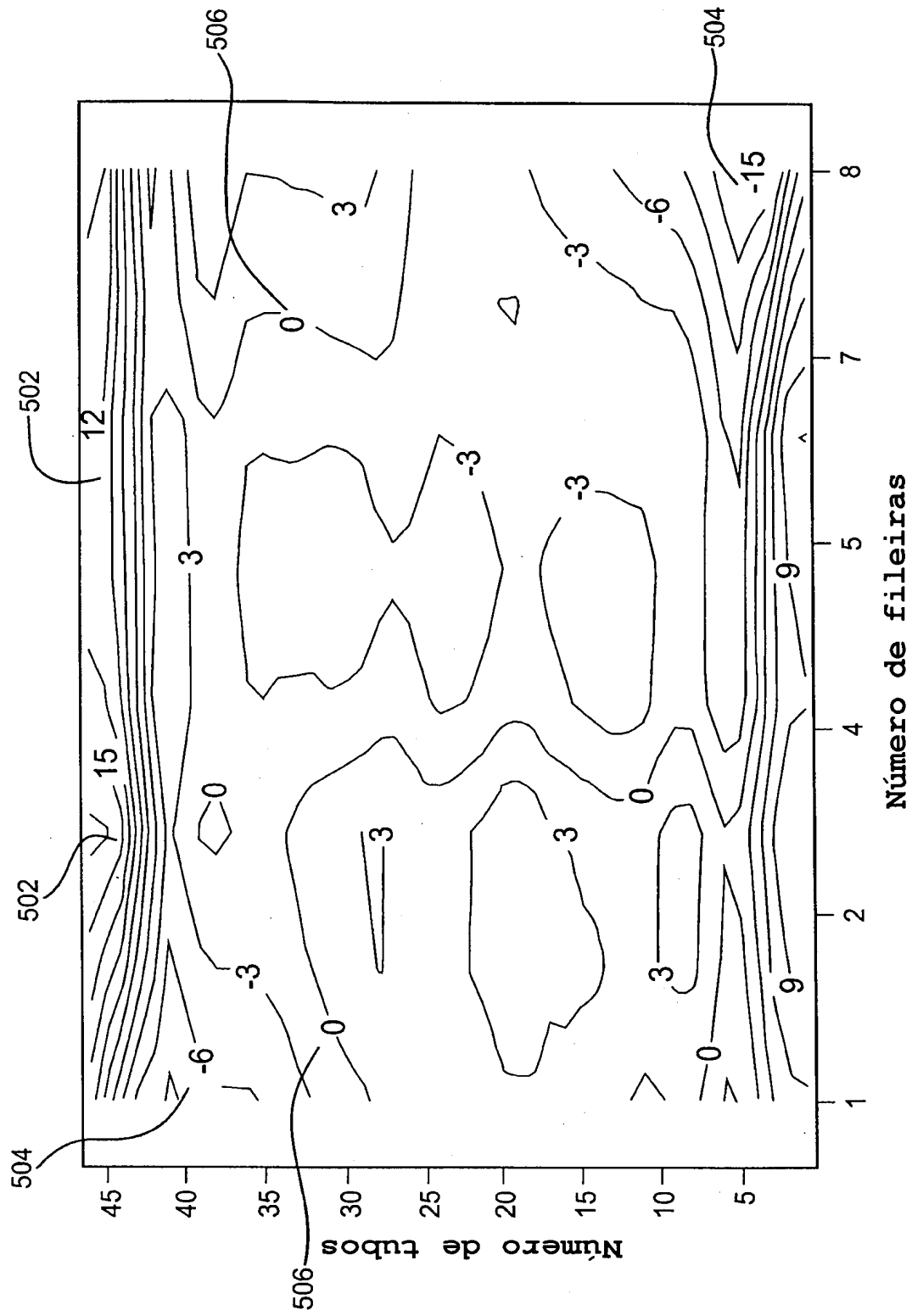


FIG. 3

- RESUMO -

MÉTODO PARA DETERMINAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA NUMA PLURALIDADE DE TUBOS NUM FORNO, MÉTODO PARA COLETAR DADOS DE TEMPERATURA PARA UMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUMA CÂMARA, E SISTEMA PARA COLETAR INFORMAÇÕES DE TEMPERATURA
5 NUMA PLURALIDADE DE RECURSOS NUM FORNO

Um sistema e método são divulgados para coleta de dados de temperatura, a partir de uma pluralidade de recursos numa câmara, incluindo a captura de uma primeira
10 imagem de uma área interna da câmara, captura de uma segunda imagem de uma área interna da câmara, identificação de uma pluralidade de recursos dentro dos dados para a primeira imagem e dos dados para a segunda imagem gerando uma representação da área interna, com base nos primeiros
15 dados de imagem, nos segundos dados de imagem, e a identificação de cada recurso da pluralidade de recursos na área interna, e correlação da representação da área interna com informações de temperatura relativas à área interna.