

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102022000010652
Data Deposito	23/05/2022
Data Pubblicazione	23/11/2023

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	C	7	08

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
F	24	C	15	02

Titolo

Forno di cottura

“Forno di cottura”**DESCRIZIONE**

[0001] La presente invenzione riguarda un forno di cottura, in particolare un forno elettrico domestico con un sistema di determinazione della massa e/o dimensione di una pietanza.

[0002] I forni di cottura domestici comprendono solitamente un alloggiamento con una cavità di cottura che delimita al suo interno uno spazio di cottura per accogliere le pietanze da cucinare. La cavità di cottura presenta un'apertura di accesso chiudibile tramite una porta incernierata all'alloggiamento. Per consentire la visione della cavità di cottura dall'esterno del forno, la porta presenta solitamente un'area di visualizzazione trasparente o formata da un display elettronico collegato ad una videocamera montata nella porta stessa e indirizzata verso l'interno della cavità di cottura.

[0003] E' noto l'utilizzo di una videocamera (posta ad esempio internamente alla cavità di cottura o esternamente alla cavità di cottura) per generare immagini digitali della pietanza posta nella cavità di cottura, e analizzare le immagini digitali generate per identificare il tipo di pietanza e per rilevare uno stato di avanzamento di cottura.

[0004] Lo scopo della presente invenzione è quello di migliorare i forni di cottura con fotocamera digitale in modo tale da poter determinare anche e meglio le caratteristiche geometriche (dimensioni) e la massa e/o il contenuto di acqua, vale a dire l'inerzia termica, della pietanza da cuocere, al fine di poter identificare/selezionare/proporre/automatizzare uno o più programmi di cottura adatti non solo alla tipologia di pietanza, ma anche alla sua dimensione, al suo peso, e quindi al suo contenuto d'acqua e alla sua inerzia termica.

[0005] Lo scopo viene raggiunto mediante un forno di cottura secondo la rivendicazione 1 e mediante un metodo di cottura tramite un forno di cottura secondo la rivendicazione 15. Le rivendicazioni dipendenti riguardano forme di realizzazione preferite e vantaggiose.

[0006] Secondo un aspetto dell'invenzione, un forno di cottura, in particolare un forno elettrico domestico, comprende:

[0007] - un alloggiamento che forma una cavità di cottura con un'apertura di accesso chiudibile mediante una porta collegata all'alloggiamento in modo spostabile rispetto all'apertura di accesso tra una posizione aperta in cui libera l'apertura di accesso e una posizione chiusa in cui copre l'apertura di accesso,

[0008] – una fotocamera digitale montata alla porta con un orientamento tale che, lungo almeno un tratto di un movimento della porta dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la fotocamera sia rivolta almeno anche nella cavità di cottura, e l'orientamento di un asse ottico della fotocamera digitale e/o la posizione della fotocamera digitale rispetto alla cavità di cottura variano lungo detto tratto di movimento,

[0009] – un sistema di controllo in collegamento di segnale con la fotocamera digitale e configurato per:

[0010] – azionare la fotocamera digitale per acquisire una pluralità di immagini digitali dell'interno della cavità di cottura durante il movimento della porta lungo il tratto di movimento, con orientamenti dell'asse ottico differenti e/o con posizioni della fotocamera digitale differenti, e

[0011] - memorizzare la pluralità di immagini digitali in una memoria,

[0012] – trasmettere le immagini digitali memorizzate ad un modulo di elaborazione per una determinazione delle dimensioni di una o più pietanze disposte nella cavità di cottura, mediante ricostruzione fotogrammetrica.

[0013] Sfruttando la variazione della posizione della porta rispetto alla cavità di cottura durante il movimento di chiusura della porta, è possibile ed agevole ottenere una sequenza di immagini digitali della pietanza da prospettive differenti che permettono una ricostruzione della forma tridimensionale della pietanza stessa. La forma tridimensionale della pietanza permette a sua volta, oltre all'identificazione del tipo (materiale) di pietanza, la determinazione o stima della massa della pietanza, del suo contenuto d'acqua e del suo spessore, in base a cui è possibile identificare/selezionare/proporre/automatizzare uno o più programmi di cottura in modo più mirato rispetto alla tecnica nota.

[0014] Per meglio comprendere l'invenzione e apprezzarne i vantaggi, verranno di seguito descritte alcune forme di realizzazione esemplificative e non limitative, facendo riferimento alle figure, in cui:

[0015] la figura 1.1 è una vista in prospettiva di un forno di cottura secondo una forma di realizzazione,

[0016] la figura 1.2 è una vista schematizzata, laterale in sezione, di un forno di cottura secondo una forma di realizzazione,

[0017] le figure 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6 mostrano movimenti di apertura e chiusura della porta del forno secondo forme di realizzazione,

[0018] la figura 3.1 mostra un diagramma a blocchi di un metodo di controllo di un forno di cottura, secondo una forma di realizzazione,

[0019] la figura 3.2 mostra un diagramma a blocchi di un metodo di controllo di un forno di cottura, secondo un'ulteriore forma di realizzazione.

[0020] la figura 4.1 mostra un diagramma a blocchi di un metodo di controllo di un forno di cottura, secondo una terza forma di realizzazione,

[0021] la figura 4.2 mostra un diagramma a blocchi di un metodo di controllo di un forno di cottura, secondo una quarta forma di realizzazione.

[0022] Con riferimento alle figure, un forno di cottura 1 comprende un alloggiamento 2, all'interno del quale è formata una cavità di cottura 3 destinata ad accogliere le pietanze da cucinare. La cavità di cottura 3 presenta un'apertura di accesso 4 chiudibile tramite una porta 5 collegata all'alloggiamento 2 in modo spostabile rispetto all'apertura di accesso 4 tra una posizione aperta in cui libera l'apertura di accesso 4 e una posizione chiusa in cui copre l'apertura di accesso 4.

[0023] Il forno 1 comprende inoltre una fotocamera digitale 6 montata alla porta 5 con un orientamento tale che, lungo almeno un tratto di un movimento della porta 5 dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la fotocamera digitale 6 sia rivolta almeno anche nella cavità di cottura 3, e l'orientamento di un asse ottico 7 della fotocamera digitale 6 e/o la posizione della fotocamera digitale 6 rispetto alla cavità di cottura 3 variano lungo detto tratto di movimento.

[0024] Il forno 1 comprende inoltre un sistema di controllo 8 in collegamento di segnale con la fotocamera digitale 6 e configurato per:

[0025] – azionare la fotocamera digitale 6 per acquisire una pluralità di immagini digitali dell'interno della cavità di cottura 3 durante il movimento della porta 5 lungo il tratto di movimento, con orientamenti dell'asse ottico 7 differenti e/o con posizioni della fotocamera digitale 6 differenti, e

[0026] - memorizzare la pluralità di immagini digitali in una memoria 9,

[0027] – trasmettere le immagini digitali memorizzate ad un modulo di elaborazione 10 (internamente o esternamente all'alloggiamento 2) per la determinazione delle dimensioni di una o più pietanze disposte nella cavità di cottura, mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.

[0028] Sfruttando la variazione della posizione della porta 5 rispetto alla cavità di cottura 3 durante il movimento di chiusura della porta 5, è possibile ed agevole ottenere una sequenza di immagini digitali della pietanza da prospettive differenti

che permettono una ricostruzione della forma tridimensionale della pietanza stessa. La forma tridimensionale della pietanza permette a sua volta, oltre all'identificazione del tipo (materiale) di pietanza, la determinazione o stima della massa della pietanza, del suo contenuto d'acqua e del suo spessore, in base a cui è possibile identificare/selezionare/proporre/automatizzare uno o più programmi di cottura in modo più mirato rispetto alla tecnica nota.

[0029] Nel caso di più pietanze, le due o più pietanze possono essere contemporaneamente presenti nella cavità di cottura del forno e/o possono essere simili o dissimili tra di loro, ad esempio un trancio di salmone o tre tranci di salmone o due tranci di salmone con patate. All'interno della presente descrizione, ai fini della definizione dell'invenzione, il termine "pietanza" definisce un prodotto alimentare (con o senza involucro o contenitore) soggetto a cottura o riscaldamento.

[0030] Il forno 1 comprende inoltre un sistema di riscaldamento 11, per esempio una o più resistenze elettriche disposte al di fuori e/o dentro la cavità di cottura 3 e/o un generatore di microonde.

[0031] Un sistema di ventilazione 7 con una o più giranti di ricircolo e/o aspirazione e/o di raffreddamento, azionabili da motori elettrici, provvede a rimescolare l'aria all'interno della cavità di cottura 3, ad aspirare e scaricare fumi di cottura e/o a raffreddare componenti del forno, come ad esempio la porta 5.

[0032] Il sistema di controllo 8 è collegato e configurato per comandare il sistema di riscaldamento 11 e il sistema di ventilazione 12 e comprende un'interfaccia utente 13, ad esempio con display elettronico, per la selezione di parametri di funzionamento da parte dell'utente e per la segnalazione di condizioni di funzionamento del forno 1.

[0033] La porta 5 può comprendere un pannello interno 14 che, a porta 5 chiusa, delimita la cavità di cottura 3 in corrispondenza dell'apertura di accesso 4, ed un pannello esterno 15, ad esempio in vetro, sovrapposto al e distanziato dal pannello interno 14, nonché opzionalmente uno o più pannelli intermedi 16 disposti tra il pannello interno 14 e il pannello esterno 15 e definenti insieme canali di ventilazione della porta 5

[0034] La fotocamera digitale 6 è vantaggiosamente posizionata in un interstizio 17 (preferibilmente ventilato) tra il pannello interno 14 e il pannello esterno 15, in modo tale da essere protetta dal calore e da schizzi e depositi di sostanze di cottura provenienti dalla cavità di cottura 3.

[0035] Per assicurare una illuminazione appropriata per l'acquisizione delle immagini digitali, il forno 1 può comprendere una o più fonti luminose 15, ad esempio strisce o i gruppi luminose, ad esempio LED che illuminano l'interno della cavità di cottura quando la porta 5 si muove lungo il tratto di movimento.

[0036] La o le fonti luminose 18 sono vantaggiosamente posizionate nell'interstizio 17 tra il pannello interno 14 e il pannello esterno 15, in modo tale da essere protette dal calore e da schizzi e depositi di sostanze di cottura provenienti dalla cavità di cottura 3.

[0037] Secondo una forma di realizzazione, la fotocamera digitale 6 è posizionata su un lato libero 19 o in una porzione d'estremità libera 20 (ad esempio nella metà o nel terzo) della porta 5 opposto ad un lato cerniera 21 della porta 5 definito da un asse di rotazione della porta 5 rispetto all'alloggiamento 2 nel tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa. In questo modo, durante il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la posizione della fotocamera digitale 6 si sposta da un lato della cavità di cottura 3 ad un suo lato opposto, ad esempio:

[0038] - da un lato inferiore ad un lato superiore nel caso di una porta 5 con cerniera inferiore orizzontale, o

[0039] - da un lato sinistro (destra) a un lato destro (sinistro) nel caso di una porta 5 con cerniera laterale verticale a sinistra (destra).

[0040] Ciò è particolarmente vantaggioso per acquisire immagini digitali da prospettive differenti, opposte tra loro.

[0041] Secondo una forma di realizzazione, il sistema di controllo 8 controlla la fotocamera digitale 6 in modo tale che, ad ogni movimento della porta lungo il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la fotocamera digitale 6 acquisisce una raffica o sequenza di dette immagini digitali e il sistema di controllo salva le immagini acquisite nella memoria 9.

[0042] Per scaturire l'acquisizione delle immagini digitali, il forno 1 può comprendere un interruttore o commutatore elettrico 21 che determina un segnale elettrico di azionamento della fotocamera digitale 6, quando la porta si muove lungo il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa.

[0043] In accordo con una forma di realizzazione, il forno di cottura 1 può comprendere un dispositivo freno che rallenta chiusura della porta 5 al disotto di una velocità di chiusura limite, per permettere l'acquisizione del numero di fotogrammi

necessari.

[0044] Secondo una forma di realizzazione, il sistema di controllo 8 è configurato per memorizzare nella memoria 9 una quantità predeterminata di immagini digitali riferite solo all'ultimo movimento di chiusura della porta 5.

[0045] Vantaggiosamente, ad ogni movimento di chiusura della porta 5 lungo il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa, le immagini digitali memorizzate in occasione di un precedente movimento di chiusura della porta 5 vengono cancellate e sovrascritte dalle immagini digitali acquisite durante il movimento di chiusura più recente. Il numero di immagini digitali di volta in volta acquisite e memorizzate è nell'intervallo da 2 a 20, preferibilmente da 2 a 10, ad esempio da 2 a 5.

[0046] La posizione della fotocamera digitale 6 e l'orientamento dell'asse ottico rispetto alla cavità di cottura 3 sono determinate dalla posizione di rotazione, traslazione o roto-traslazione della porta 5 rispetto all'alloggiamento 2.

[0047] La posizione della fotocamera digitale 6 e l'orientamento dell'asse ottico rispetto alla cavità di cottura 3, vale a dire la prospettiva individuale, di ciascuna immagine acquisita, può essere determinata, ad esempio dal modulo di elaborazione 10 o dal sistema di controllo 8:

[0048] – in dipendenza della forma e dimensione note di caratteristiche di contorno del forno 1 contenute nell'immagine digitale stessa, ad esempio un bordo di contorno della cavità di cottura 3 o dell'apertura di accesso 4, e/o

[0049] – in dipendenza di un segnale di posizione della porta 5 al momento dell'acquisizione dell'immagine digitale, generato da un sensore di posizione 22, ad esempio un encoder associato alla porta 5.

[0050] Le dimensioni assolute della forma tridimensionale ricostruita della pietanza possono essere determinate, ad esempio dal modulo di elaborazione 10 o dal sistema di controllo 8, in dipendenza della dimensione nota di caratteristiche di contorno del forno 1 contenute nell'immagine digitale stessa, ad esempio un bordo di contorno della cavità di cottura 3 o dell'apertura di accesso 4.

[0051] Il modulo di elaborazione 10 è configurato per calcolare un modello di contorno tridimensionale di un oggetto (pietanza) posizionato all'interno della cavità di cottura 3, in base alle immagini digitali, tramite ricostruzione fotogrammetrica.

[0052] Il modulo di elaborazione 10 può essere configurato per estrapolare la forma posteriore (sul lato rivolto via dall'apertura di accesso 4) dell'oggetto

(pietanza) posizionato nella cavità di cottura 3 tramite completamento simmetrico di forma basata sulla forma frontale (sul lato rivolto verso l'apertura di accesso 4) dell'oggetto ricostruita in base alle immagini digitali acquisite.

[0053] Alternativamente o in aggiunta, il modulo di elaborazione 10 può essere configurato per estrapolare la forma completa dell'oggetto (pietanza) posizionato nella cavità di cottura 3 tramite:

[0054] - selezione di una cosiddetta "primitiva-pietanza", vale a dire una forma geometrica tridimensionale di base, ad es. un parallelepipedo, un cilindro, un toro, o una primitiva-pietanza più complessa, ad esempio un "polloide",

[0055] – "morphing", nel significato di adattamento di orientazione e dimensione, della primitiva-pietanza alla porzione di contorno tridimensionale frontale dell'oggetto (pietanza) nella cavità di cottura 3, ricostruita in base alle immagini digitali,

ad esempio tramite roto-traslazione della primitiva-pietanza e adattamento dimensionale (ad esempio mantenendo invariate le proporzioni iniziali della primitiva-pietanza o prevedendo anche un adattamento delle proporzioni) fino ad avvicinarsi con un minimo di errore alla porzione di contorno tridimensionale frontale ricostruita, ad esempio utilizzando il metodo dei minimi quadrati.

[0056] Secondo una forma di realizzazione, la primitiva-pietanza potrebbe essere una sola oppure selezionabile da una banca dati di una pluralità di primitive-pietanza in dipendenza di una classificazione del cibo in base alle immagini digitali acquisite.

[0057] La ricostruzione fotogrammetrica 3D permette una più accurata classificazione del cibo, ad esempio Pizza vs Lasagna, in cui entrambi i carichi alimentari possono somigliarsi per condimenti superficiali, ma sicuramente una Lasagna ha uno spessore maggiore dello spessore di una Pizza. La classificazione del cibo, a sua volta, permette una più mirata ricostruzione tridimensionale della pietanza e successiva determinazione della massa e del contenuto d'acqua ecc., ad esempio petto di pollo vs brioches.

[0058] Il modulo di elaborazione 10 effettua la classificazione del cibo non solo per migliorare la ricostruzione tridimensionale della forma e dimensione della pietanza, ma anche e soprattutto per determinare il volume, la massa, il contenuto di umidità e la massa termica della pietanza.

[0059] La massa termica (o inerzia termica) è la capacità di un materiale di variare più o meno lentamente la propria temperatura come risposta a variazioni di

temperatura esterna. Si può esprimere in termini di temperatura/tempo*differenza di temperatura (s⁻¹) oppure più comunemente in potenza/tempo*differenza di temperatura (W/s * K).

[0060] La capacità termica è il rapporto fra il calore scambiato tra il corpo e l'ambiente e la variazione di temperatura che ne consegue. Indica quindi la quantità di calore da fornire a una sostanza per innalzarne la temperatura di un kelvin, esprimibile in termini di Joule/Kelvin.

$$c = \frac{Q}{\Delta T}$$

[0061] Il modulo di elaborazione 10 è configurato per determinare (classificare) il tipo di cibo mediante una banca dati o un software di classificazione di cibi in dipendenza delle immagini digitali acquisite.

[0062] Il modulo di elaborazione 10 è configurato per determinare la densità del cibo mediante una banca dati di densità (look up table) che associa classi/tipi di cibo a corrispondenti valori di densità.

[0063] Il modulo di elaborazione 10 è configurato per calcolare il volume della pietanza in dipendenza della forma tridimensionale della pietanza ricostruita, e a calcolare la massa della pietanza in dipendenza del volume della pietanza e della densità del cibo.

[0064] Il modulo di elaborazione 10 è configurato per determinare la capacità termica del cibo mediante una banca dati di capacità termica (look up table) che associa classi/tipi di cibo a corrispondenti valori di capacità termica.

[0065] Infine, il modulo di elaborazione 10 è configurato per calcolare la massa termica o inerzia termica della pietanza in base alla massa della pietanza e alla capacità termica del cibo, ad esempio mediante moltiplicazione dei due valori.

[0066] Il sistema di controllo 8 è configurato per determinare e/o selezionare e/o proporre all'utente (tramite l'interfaccia utente 13) e/o eseguire un programma di cottura, o più genericamente controllare il forno 1, in dipendenza della forma tridimensionale ricostruita della pietanza posizionata nella cavità di cottura 3.

[0067] Il sistema di controllo 8 è configurato per determinare e/o selezionare e/o proporre all'utente (tramite l'interfaccia utente 13) e/o eseguire un programma di cottura, o più genericamente controllare il forno 1, in dipendenza della massa calcolata della pietanza posizionata nella cavità di cottura 3.

[0068] Il sistema di controllo 8 è configurato per determinare e/o selezionare e/o proporre all'utente (tramite l'interfaccia utente 13) e/o eseguire un programma di cottura, o più genericamente controllare il forno 1, in dipendenza dell'inerzia termica calcolata della pietanza posizionata nella cavità di cottura 3.

[0069] Secondo forme di realizzazione:

[0070] - la porta 5 può essere collegata all'alloggiamento 2 in modo girevole rispetto all'alloggiamento 2 intorno ad un asse di rotazione verticale in corrispondenza di un bordo laterale verticale della porta 5, o

[0071] - la porta 5 può essere collegata all'alloggiamento 2 in modo girevole/ribaltabile rispetto all'alloggiamento 2 intorno ad un asse di rotazione orizzontale in corrispondenza di un bordo inferiore orizzontale della porta 5, o

[0072] - la porta 5 può essere collegata all'alloggiamento 2 in modo girevole/solleavabile rispetto all'alloggiamento 2 intorno ad un asse di rotazione orizzontale in corrispondenza di un bordo superiore orizzontale della porta 5, o

[0073] - la porta 5 può essere collegata all'alloggiamento 2 in modo scorrevole o traslabile rispetto all'alloggiamento 2, ad esempio con:

un primo tratto di movimento di distacco della porta 5 dall'apertura di accesso 4 ed un secondo tratto di movimento di traslazione della porta 5 parallela al e in allontanamento dall'apertura di accesso 4 (apertura), nonché

un terzo tratto di movimento di traslazione della porta 5 parallela e in avvicinamento all'apertura di accesso 4 e un quarto tratto di movimento di impegno a contatto della porta 5 all'apertura di accesso 4 (chiusura).

[0074] Secondo una forma di realizzazione, il forno 1 comprende due o più di dette fotocamere digitali 6 posizionate ad una distanza tra loro, ad esempio almeno ad una distanza binoculare, e indirizzate su un medesimo campo visivo.

[0075] Secondo forme di realizzazione, il modulo di elaborazione 10 può essere in collegamento di segnale wireless o cablato con il sistema di controllo 8, il modulo di elaborazione 10 può essere una parte del sistema di controllo 8 del forno 1 oppure un modulo di elaborazione esterno, residente ad esempio su un server remoto (cloud) o su un dispositivo elettronico esterno al forno, ad esempio un tablet computer o uno smart phone configurati per un collegamento di segnale diretto o indiretto (ad esempio tramite una rete WiFi locale) con il sistema di controllo 8 del forno 1.

[0076] Secondo una forma di realizzazione, il modulo di elaborazione (10) può

essere inoltre configurato per la determinazione delle dimensioni di uno o più contenitori di cottura (contenitori in cui possono ad esempio essere disposte le una o più pietanze) disposti nella cavità di cottura 3, mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.

[0077] Vantaggiosamente, il sistema di controllo (8) controlla il forno (1) in dipendenza anche delle dimensioni dell'uno o più contenitori di cottura, determinate dal modulo di elaborazione (10).

[0078] Dal momento che la tipologia e le dimensioni dei contenitori di cottura (ad esempio nel caso di una lasagna in una pirofila di ceramica o in un contenitore di foglio d'alluminio, sei muffin ognuno in una piccola pirofila di alluminio o in contenitori di silicone, un pollo con peperoni in una pirofila Pyrex o in un contenitore di lamiera metallica o in un contenitore di foglio d'alluminio) influenzano le caratteristiche termiche del procedimento di cottura, tenere conto dell'influenza dei contenitori di cottura, permette di migliorare ulteriormente il trattamento di cottura delle pietanze.

[0079] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il modulo di elaborazione (10) può essere configurato per calcolare un modello di contorno tridimensionale, vale a dire una forma tridimensionale, dell'uno o più contenitori di cottura all'interno della cavità di cottura (3), in base alle immagini digitali, tramite ricostruzione fotogrammetrica.

[0080] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il modulo di elaborazione (10) può essere configurato per determinare le dimensioni assolute della forma tridimensionale ricostruita dell'uno o più contenitori di cottura in dipendenza delle dimensioni note di caratteristiche di contorno del forno (1) contenute nell'immagine digitale stessa.

[0081] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il modulo di elaborazione (10) può essere configurato per estrapolare una forma posteriore, sul lato rivolto via dall'apertura di accesso (4), dell'uno o più contenitori di cottura nella cavità di cottura (3) tramite completamento simmetrico di forma basata sulla forma frontale, sul lato rivolto verso l'apertura di accesso (4), del contenitore di cottura ricostruita in base alle immagini digitali acquisite.

[0082] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il modulo di elaborazione (10) può essere configurato per estrapolare la forma completa dell'uno o più contenitori di cottura posizionati nella cavità di cottura (3) tramite:

[0083] - selezione di una cosiddetta "primitiva-contenitore" (vale a dire un modello

di forma standard), essendo una forma geometrica tridimensionale di base,
[0084] – adattamento di orientazione e dimensione della primitiva-contenitore alla porzione di contorno tridimensionale frontale del contenitore di cottura nella cavità di cottura (3) ricostruita in base alle immagini digitali.

[0085] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il modulo di elaborazione (10) può essere configurato per selezionare la primitiva-contenitore da una banca dati di una pluralità di primitive-contenitore differenti, in dipendenza di una determinazione del tipo di contenitore in base alle immagini digitali acquisite.

[0086] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il modulo di elaborazione (10) può essere configurato per:

[0087] - determinare il tipo di materiale del contenitore di cottura mediante una banca dati o un software di classificazione di materiali di contenitore, in dipendenza delle immagini digitali acquisite,

[0088] - determinare la densità del materiale mediante una banca dati di densità che associa tipi di materiale a corrispondenti valori di densità,

[0089] - calcolare il volume del contenitore di cottura in dipendenza della forma tridimensionale ricostruita del contenitore di cottura,

[0090] - calcolare la massa del contenitore di cottura dipendenza del volume del contenitore di cottura e della densità del materiale del contenitore di cottura,

[0091] - determinare la capacità termica del contenitore di cottura mediante una banca dati di capacità termica che associa tipi di materiali a corrispondenti valori di capacità termica,

[0092] - calcolare la inerzia termica del contenitore di cottura in base alla massa del contenitore di cottura e alla capacità termica del materiale determinato,

[0093] in cui il sistema di controllo (8) controlla il forno (1) in dipendenza dell'inerzia termica calcolata dell'uno o più contenitori di cottura posizionato/i nella cavità di cottura (3).

[0094] L'invenzione riguarda anche un metodo di controllo di un forno di cottura 1 avente un alloggiamento 2 con una cavità di cottura 3 per accogliere le pietanze da cucinare, un'apertura di accesso 4 chiudibile tramite una porta 5 collegata all'alloggiamento 2 in modo spostabile rispetto all'apertura di accesso 4 tra una posizione aperta in cui libera l'apertura di accesso 4 e una posizione chiusa in cui copre l'apertura di accesso 4, una fotocamera digitale 6 montata alla porta 5 con un orientamento tale che, lungo almeno un tratto di un movimento della porta 5 dalla

posizione aperta nella posizione chiusa, la fotocamera digitale 6 sia rivolta almeno anche nella cavità di cottura 3, e l'orientamento di un asse ottico 7 della fotocamera digitale 6 e/o la posizione della fotocamera digitale 6 rispetto alla cavità di cottura 3 variano lungo detto tratto di movimento, in cui il metodo comprende:

[0095] – **FASE A)** azionare la fotocamera digitale 6 per acquisire una pluralità di immagini digitali dell'interno della cavità di cottura 3 durante il movimento della porta 5 lungo il tratto di movimento, con orientamenti dell'asse ottico 7 differenti e/o con posizioni della fotocamera digitale 6 differenti, e

[0096] - **FASE B)** memorizzare la pluralità di immagini digitali in una memoria 9,

[0097] – **FASE C)** determinare le dimensioni di una o più pietanze disposte nella cavità di cottura, mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.

[0098] - **FASE D)** controllare il forno 1 in dipendenza delle dimensioni determinate dell'una o più pietanze.

[0099] Il metodo può comprendere (**FASE C1**) calcolare un modello di contorno tridimensionale della pietanza posizionata all'interno della cavità di cottura 3, in base alle immagini digitali, tramite ricostruzione fotogrammetrica.

[00100] Il metodo può comprendere (**FASE C2**) estrapolare la forma posteriore (sul lato rivolto via dall'apertura di accesso 4) della pietanza posizionata nella cavità di cottura 3 tramite completamento simmetrico di forma basata sulla forma frontale (sul lato rivolto verso l'apertura di accesso 4) della pietanza ricostruita in base alle immagini digitali acquisite.

[00101] Il metodo può comprendere (**FASE C3**) estrapolare la forma completa dell'oggetto (pietanza) posizionato nella cavità di cottura 3 tramite:

[00102] - selezione di una cosiddetta "primitiva-pietanza",

[00103] – "morphing" della primitiva-pietanza alla porzione di contorno tridimensionale frontale della pietanza ricostruita.

[00104] Il metodo può comprendere (**FASE C4**) determinare (classificare) il tipo di cibo mediante una banca dati o un software di classificazione di cibi in dipendenza delle immagini digitali acquisite.

[00105] Il metodo può comprendere (**FASE C5**) determinare la densità del cibo mediante una banca dati di densità (look up table) che associa classi/tipi di cibo a corrispondenti valori di densità.

[00106] Il metodo può comprendere (**FASE C6**) calcolare il volume della pietanza

in dipendenza della forma tridimensionale della pietanza ricostruita, e a calcolare la massa della pietanza in dipendenza del volume della pietanza e della densità del cibo.

[00107] Il metodo può comprendere (**FASE C7**) determinare la capacità termica del cibo mediante una banca dati di capacità termica (look up table) che associa classi/tipi di cibo a corrispondenti valori di capacità termica.

[00108] Il metodo può comprendere (**FASE C8**) calcolare la massa termica o inerzia termica della pietanza in base alla massa della pietanza e alla capacità termica del cibo, ad esempio mediante moltiplicazione dei due valori.

[00109] Il metodo può comprendere (**FASE D1**) determinare e/o selezionare e/o proporre all'utente (tramite l'interfaccia utente 13) e/o eseguire un programma di cottura, o più genericamente controllare il forno 1, in dipendenza di una o più di:

[00110] la forma tridimensionale ricostruita della pietanza posizionata nella cavità di cottura 3,

[00111] - la massa calcolata della pietanza posizionata nella cavità di cottura 3.

[00112] Secondo una forma di realizzazione, il metodo di controllo del forno di cottura (1) può inoltre comprendere:

[00113] **C¹**) determinare le dimensioni di uno o più contenitori di cottura disposto/i nella cavità di cottura (3), mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.

[00114] **D¹**) controllare il forno (1) anche in dipendenza delle dimensioni determinate dell'uno o più contenitori di cottura.

[00115] Dal momento che la tipologia e le dimensioni dei contenitori di cottura (ad esempio nel caso di una lasagna in una pirofila di ceramica o in un contenitore di foglio d'alluminio, sei muffin ognuno in una piccola pirofila di alluminio o in contenitori di silicone, un pollo con peperoni in una pirofila Pyrex o in un contenitore di lamiera metallica o in un contenitore di foglio d'alluminio) influenzano le caratteristiche termiche del procedimento di cottura, tenere conto dell'influenza dei contenitori di cottura, permette di migliorare ulteriormente il trattamento di cottura delle pietanze.

[00116] Analogamente a quanto descritto in relazione alle pietanze, il metodo di controllo può comprendere:

[00117] **C¹ 1)** calcolare un modello di contorno tridimensionale del contenitore di cottura posizionato all'interno della cavità di cottura (3), in base alle immagini digitali, tramite ricostruzione fotogrammetrica,

[00118] **C¹ 2)** estrapolare la forma posteriore del contenitore di cottura posizionato nella cavità di cottura (3),

[00119] **C¹ 3)** estrapolare la forma completa dell'oggetto (contenitore di cottura) posizionato nella cavità di cottura 3 tramite:

[00120] - selezione di una cosiddetta "primitiva-contenitore",

[00121] – "morphing" della primitiva-contenitore alla porzione di contorno tridimensionale frontale del contenitore di cottura ricostruita.

[00122] **C¹ 4)** determinare il tipo di materiale del contenitore di cottura mediante una banca dati o un software di classificazione di materiali in dipendenza delle immagini digitali acquisite,

[00123] **C¹ 5)** determinare la densità del materiale del contenitore di cottura mediante una banca dati di densità che associa tipi di materiale a corrispondenti valori di densità,

[00124] **C¹ 6)** calcolare il volume del contenitore di cottura in dipendenza del modello di contorno tridimensionale ricostruito, e calcolare la massa del contenitore di cottura in dipendenza del volume del contenitore di cottura e della densità del materiale del contenitore di cottura determinato,

[00125] **C¹ 7)** determinare la capacità termica del contenitore di cottura mediante una banca dati di capacità termica che associa tipi di materiale a corrispondenti valori di capacità termica,

[00126] **C¹ 8)** calcolare l'inerzia termica del contenitore di cottura in base alla massa del contenitore di cottura e alla capacità termica del materiale del contenitore di cottura determinati,

[00127] **D¹ 1)** controllare il forno (1) anche in dipendenza dell'inerzia termica calcolata dell'uno o più contenitori di cottura posizionati nella cavità di cottura (3).

[00128] Ai fini della presente descrizione, i termini "pietanza" e "cibo" possono essere visti come sinonimi. In generale, allo scopo di distinguere tra l'oggetto posto nella cavità di cottura o sua ricostruzione tridimensionale e le proprietà di materiale di cui è costituito tale oggetto, si è cercato di usare il termine "pietanza" per l'oggetto per sé (ad esempio un pane) e il termine "cibo" per il materiale di cui l'oggetto è fatto (ad esempio pasta per pane).

[00129] Secondo forme di realizzazione, il sistema di controllo 8, la memoria 9 e il modulo di elaborazione 10 possono essere a bordo del forno di cottura 1 e distribuiti, ad esempio in parte in cloud e tra loro in comunicazione di segnale wireless e/o

cablato, ad esempio tramite rete internet e wifi. Il modulo di elaborazione 10 stesso può comprendere sotto-moduli desinati a funzioni di elaborazione differenti o parziali.

[00130] Secondo ulteriori forme di realizzazione, il modulo di elaborazione 10 può essere configurato per, o il metodo di controllo del forno 1 può comprendere le fasi di, determinare, in dipendenza delle immagini digitali e/o del materiale determinato della pietanza e/o del contenitore, mediante una o più database "look up table" digitali memorizzate a bordo del forno 1 o in una memoria esterna al forno 1, ad esempio su cloud, almeno una o più grandezze ausiliarie, scelte nel gruppo costituito da:

[00131] - conducibilità termica, e quindi una diffusività termica,

[00132] - contenuto di acqua legata,

[00133] – contenuto di acqua libera,

[00134] - coefficiente di alveolatura,

[00135] - coefficiente di scambio per convezione termica (in funzione di velocità standard dell'aria in circolazione forzata nella cavità di cottura 3),

[00136] - conducibilità elettrica (utile per applicazioni in forni a microonde o facenti uso comunque di radiazione elettromagnetica posta nello spettro delle radiofrequenze),

[00137] - permeabilità elettrica(utile per applicazioni in forni a microonde o facenti uso comunque di radiazione elettromagnetica posta nello spettro delle radiofrequenze),

[00138] - permittività magnetica (utile per applicazioni in forni a microonde o facenti uso comunque di radiazione elettromagnetica posta nello spettro delle radiofrequenze),

[00139] - emissività radiante (nello spettro dell'infrarosso), utilizzata per stimare lo scambio radiante con le pareti della cavità di cottura 3 e con le sorgenti radianti in essa presenti,

[00140] e il sistema di controllo 8 può essere configurato per controllare il sistema di riscaldamento 11 e/o il sistema di ventilazione 12 in modo tale da riscaldare e/o ventilare la cavità di cottura 3 anche in dipendenza di uno o più o tutte delle suddette grandezze ausiliarie.

[00141] Secondo ulteriori forme di realizzazione, il modulo di elaborazione 10 può essere configurato per determinare una pluralità di regioni distinte con presenza di

pietanze all'interno della cavità di cottura 3, mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali, e il sistema di controllo 8 può essere configurato per controllare il sistema di riscaldamento 11 e/o il sistema di ventilazione 12 in modo tale da riscaldare e/o ventilare in modo selettivo e differente tra loro dette regioni distinte, in dipendenza delle dimensioni delle pietanze determinate dal modulo di elaborazione (10) e/o in dipendenza dei valori di inerzia termica calcolati delle pietanze posizionate nella cavità di cottura (3), e/o in dipendenza di uno o più o tutte delle suddette grandezze ausiliarie.

[00142] La conoscenza della distribuzione geometrica (georeferenziazione) dei carichi (ad esempio lasagna posta sul lato destro sul 3° livello in altezza, tre hamburger posti sul lato sinistro sotto al grill sul 6° livello in altezza e una teglia di patate fritte poste a destra su una pirofila adagiata sulla leccarda posta sul 4° livello in altezza) permette un riscaldamento e una ventilazione mirata per zone all'interno della cavità di cottura 3.

[00143] Ovviamente, al forno 1 e al metodo secondo la presente invenzione, un tecnico del ramo, allo scopo di soddisfare esigenze contingenti e specifiche, potrà apportare ulteriori modifiche e varianti, tutte peraltro contenute nell'ambito di protezione dell'invenzione, quale definito dalle seguenti rivendicazioni.

Numeri di riferimento

- 1 forno di cottura
- 2 alloggiamento
- 3 cavità di cottura
- 4 apertura di accesso
- 5 porta
- 6 fotocamera digitale
- 7 asse ottico
- 8 sistema di controllo
- 9 memoria
- 10 modulo di elaborazione
- 11 sistema di riscaldamento
- 12 sistema di ventilazione
- 13 interfaccia utente
- 14 pannello interno

15 pannello esterno

16 pannelli intermedi

17 interstizio

18 fonti luminose

19 lato libero della porta

20 porzione d'estremità libera della porta

21 interruttore elettrico

22 sensore di posizione

Rivendicazioni

1. Forno di cottura (1), in particolare elettrico domestico, comprendente:

- un alloggiamento (2) che forma una cavità di cottura (3) con un'apertura di accesso (4) chiudibile tramite una porta (5) collegata all'alloggiamento (2) in modo spostabile rispetto all'apertura di accesso (4) tra una posizione aperta in cui libera l'apertura di accesso (4) e una posizione chiusa in cui copre l'apertura di accesso (4),
- una fotocamera digitale (6) montata alla porta (5) con un orientamento tale che, lungo almeno un tratto di un movimento della porta (5) dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la fotocamera digitale (6) sia rivolta almeno anche nella cavità di cottura (3), e l'orientamento di un asse ottico (7) della fotocamera digitale (6) e/o la posizione della fotocamera digitale (6) rispetto alla cavità di cottura (3) variano lungo detto tratto di movimento,
- un sistema di controllo (8) in collegamento di segnale con la fotocamera digitale (6) e configurato per:
 - azionare la fotocamera digitale (6) per acquisire una pluralità di immagini digitali dell'interno della cavità di cottura (3) durante il movimento della porta (5) lungo il tratto di movimento, con orientamenti dell'asse ottico (7) differenti e/o con posizioni della fotocamera digitale (6) differenti, e
- memorizzare la pluralità di immagini digitali in una memoria (9),
 - trasmettere le immagini digitali memorizzate ad un modulo di elaborazione (10) per la determinazione delle dimensioni di una o più pietanze disposte nella cavità di cottura, mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.

2. Forno di cottura (1) secondo la rivendicazione 1, in cui la fotocamera digitale (6) è posizionata su un lato libero (19) della porta 5 opposto ad un lato cerniera (21) della porta (5) definito da un asse di rotazione della porta (5) rispetto all'alloggiamento (2), in modo tale che durante il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la posizione della fotocamera digitale (6) si sposta da un lato della cavità di cottura (3) ad un suo lato opposto.

3. Forno di cottura (1) secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui per scaturire l'acquisizione delle immagini digitali, il forno (1) comprende un commutatore elettrico (21) che determina un segnale elettrico di azionamento, quando la porta si muove lungo il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa.

4. Forno di cottura (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il sistema di controllo (8) è configurato per memorizzare nella memoria (9) una quantità predeterminata di immagini digitali riferite solo al movimento di chiusura della porta (5) più recente,

in cui ad ogni movimento di chiusura della porta (5) lungo il tratto di movimento dalla posizione aperta nella posizione chiusa, le immagini digitali memorizzate in occasione di un precedente movimento di chiusura della porta (5) vengono cancellate e sovrascritte dalle immagini digitali acquisite durante il movimento di chiusura più recente,

in cui il numero di immagini digitali di volta in volta acquisite e memorizzate è uguale o maggiore di 1 o nell'intervallo da 2 a 20 o nell'intervallo da 2 a 10.

5. Forno di cottura (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui la posizione della fotocamera digitale (6) e l'orientamento dell'asse ottico rispetto alla porta (5) sono stazionari, e la posizione della fotocamera digitale (6) e l'orientamento dell'asse ottico rispetto alla cavità di cottura (3) sono determinate unicamente dalla posizione della porta (5) rispetto all'alloggiamento (2).

6. Forno di cottura (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente due di dette fotocamere digitali (6) posizionate ad una distanza tra loro e indirizzate su un medesimo campo visivo.

7. Sistema di cottura comprendente il forno di cottura (1) secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti e il modulo di elaborazione (10), in cui il sistema di controllo (8) controlla il forno (1) in dipendenza delle dimensioni dell'una o più pietanza/e determinate dal modulo di elaborazione (10).

8. Sistema di cottura secondo la rivendicazione 7, in cui il modulo di elaborazione (10) determina la posizione della fotocamera digitale (6) e l'orientamento dell'asse

ottico rispetto alla cavità di cottura (3) dell'immagine digitale in dipendenza di caratteristiche di contorno note del forno (1) contenute nell'immagine digitale stessa.

9. Sistema di cottura secondo una delle rivendicazioni da 7 a 8, in cui il modulo di elaborazione (10) è configurato per calcolare un modello di contorno tridimensionale, vale a dire una forma tridimensionale, dell'una o più pietanza/e posizionata/e all'interno della cavità di cottura (3), in base alle immagini digitali, tramite ricostruzione fotogrammetrica.

10. Sistema di cottura secondo la rivendicazione 7, in cui il modulo di elaborazione (10) determina le dimensioni assolute della forma tridimensionale ricostruita dell'una o più pietanza/e in dipendenza delle dimensioni note di caratteristiche di contorno del forno (1) contenute nell'immagine digitale stessa.

11. Sistema di cottura secondo una delle rivendicazioni da 9 a 10, in cui il modulo di elaborazione (10) è configurato per estrapolare una forma posteriore, sul lato rivolto via dall'apertura di accesso (4), dell'una o più pietanza/e posizionata/e nella cavità di cottura (3) tramite completamento simmetrico di forma basata sulla forma frontale, sul lato rivolto verso l'apertura di accesso (4), della pietanza ricostruita in base alle immagini digitali acquisite.

12. Sistema di cottura secondo una delle rivendicazioni da 9 a 10, in cui il modulo di elaborazione (10) è configurato per estrapolare la forma completa dell'una o più pietanza/e posizionata/e nella cavità di cottura (3) tramite:

- selezione di una cosiddetta "primitiva-pietanza", essendo una forma geometrica tridimensionale di base,

– adattamento di orientazione e dimensione della primitiva-pietanza alla porzione di contorno tridimensionale frontale della pietanza nella cavità di cottura (3) ricostruita in base alle immagini digitali.

13. Sistema di cottura secondo la rivendicazione 12, in cui il modulo di elaborazione (10) è configurato per selezionare la primitiva-pietanza da una banca dati di una pluralità di primitive-pietanza differenti, in dipendenza di una determinazione del tipo di pietanza in base alle immagini digitali acquisite.

14. Sistema di cottura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 9 a 19, in cui il modulo di elaborazione (10) è configurato per:

- determinare il tipo di cibo o materiale della pietanza mediante una banca dati o un software di classificazione di cibi, in dipendenza delle immagini digitali acquisite,
- determinare la densità del cibo mediante una banca dati di densità che associa tipi di cibo a corrispondenti valori di densità,
- calcolare il volume della pietanza in dipendenza della forma tridimensionale ricostruita della pietanza,
- calcolare la massa della pietanza in dipendenza del volume della pietanza e della densità del cibo,
- determinare la capacità termica del cibo mediante una banca dati di capacità termica che associa tipi di cibo a corrispondenti valori di capacità termica,
- calcolare la inerzia termica della pietanza in base alla massa della pietanza e alla capacità termica del cibo,

in cui il sistema di controllo (8) controlla il forno (1) in dipendenza dell'inerzia termica calcolata della pietanza posizionata nella cavità di cottura (3).

15. Sistema di cottura secondo una qualsiasi delle rivendicazioni da 7 a 14, in cui il modulo di elaborazione (10) è configurato per la determinazione delle dimensioni di uno o più contenitori di cottura disposti nella cavità di cottura (3), mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali, e il sistema di controllo (8) controlla il forno (1) in dipendenza anche delle dimensioni dell'uno o più contenitori di cottura, determinate dal modulo di elaborazione (10).

16. Metodo di controllo di un forno di cottura (1) avente un alloggiamento (2) con una cavità di cottura (3) accessibile attraverso un'apertura di accesso (4) chiudibile tramite una porta (5) spostabile rispetto all'apertura di accesso (4) tra una posizione aperta in cui libera l'apertura di accesso (4) e una posizione chiusa in cui copre l'apertura di accesso (4), una fotocamera digitale (6) montata alla porta (5) con un orientamento tale che, lungo almeno un tratto di un movimento della porta (5) dalla posizione aperta nella posizione chiusa, la fotocamera digitale (6) sia rivolta almeno anche nella cavità di cottura (3) e la posizione della fotocamera digitale (6) rispetto alla cavità di cottura (3) varia lungo detto tratto di movimento, in cui il metodo

comprende:

- A)** azionare la fotocamera digitale (6) per acquisire una pluralità di immagini digitali dell'interno della cavità di cottura (3) durante il movimento della porta (5) lungo il tratto di movimento, da posizioni della fotocamera digitale (6) differenti, e
- B)** memorizzare la pluralità di immagini digitali in una memoria (9),
- C)** determinare le dimensioni di una o più pietanza/e disposta/e nella cavità di cottura (3), mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.
- D)** controllare il forno (1) in dipendenza delle dimensioni determinate dell'una o più pietanza/e.

17. Metodo di controllo secondo la rivendicazione 16, comprendente:

- C1)** calcolare un modello di contorno tridimensionale della pietanza posizionata all'interno della cavità di cottura (3), in base alle immagini digitali, tramite ricostruzione fotogrammetrica,
- C2)** estrapolare la forma posteriore della pietanza posizionata nella cavità di cottura (3),
- C4)** determinare il tipo di cibo della pietanza mediante una banca dati o un software di classificazione di cibi in dipendenza delle immagini digitali acquisite,
- C5)** determinare la densità del cibo mediante una banca dati di densità che associa tipi di cibo a corrispondenti valori di densità,
- C6)** calcolare il volume della pietanza in dipendenza del modello di contorno tridimensionale ricostruito, e a calcolare la massa della pietanza in dipendenza del volume della pietanza e della densità del cibo,
- C7)** determinare la capacità termica del cibo mediante una banca dati di capacità termica che associa tipi di cibo a corrispondenti valori di capacità termica,
- C8)** calcolare l'inerzia termica della pietanza in base alla massa della pietanza e alla capacità termica del cibo,
- D1)** controllare il forno (1) in dipendenza dell'inerzia termica calcolata della pietanza posizionata nella cavità di cottura (3).

18. Metodo di controllo secondo la rivendicazione 16 o 17, comprendente:

- C¹)** determinare le dimensioni di uno o più contenitori di cottura disposto/i nella cavità di cottura (3), mediante ricostruzione fotogrammetrica basata sulle immagini digitali.

D'1) controllare il forno (1) anche in dipendenza delle dimensioni determinate dell'uno o più contenitori di cottura.

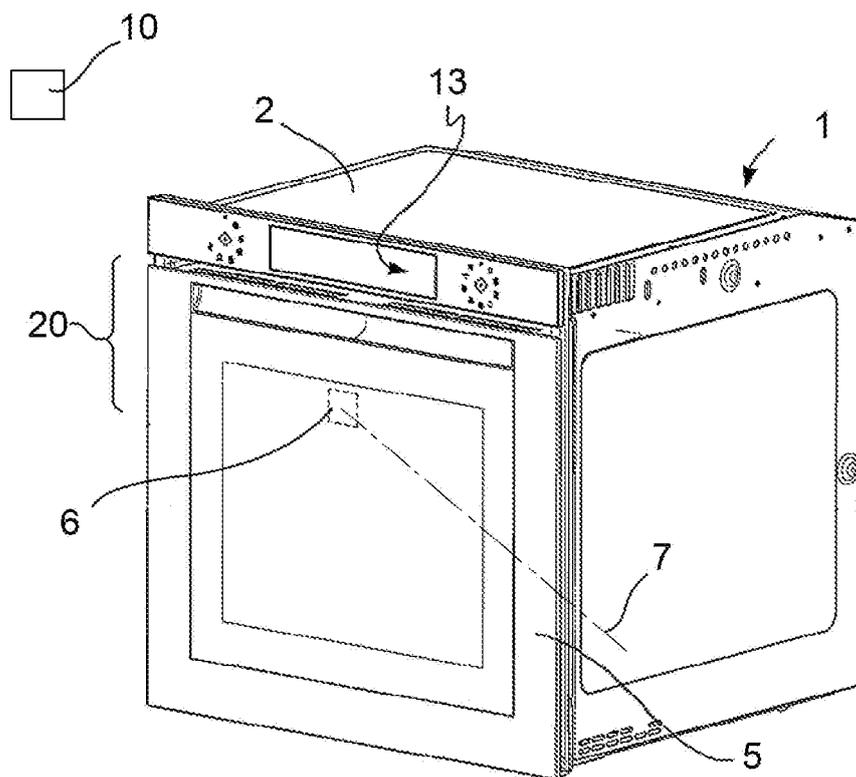


FIG. 1.1

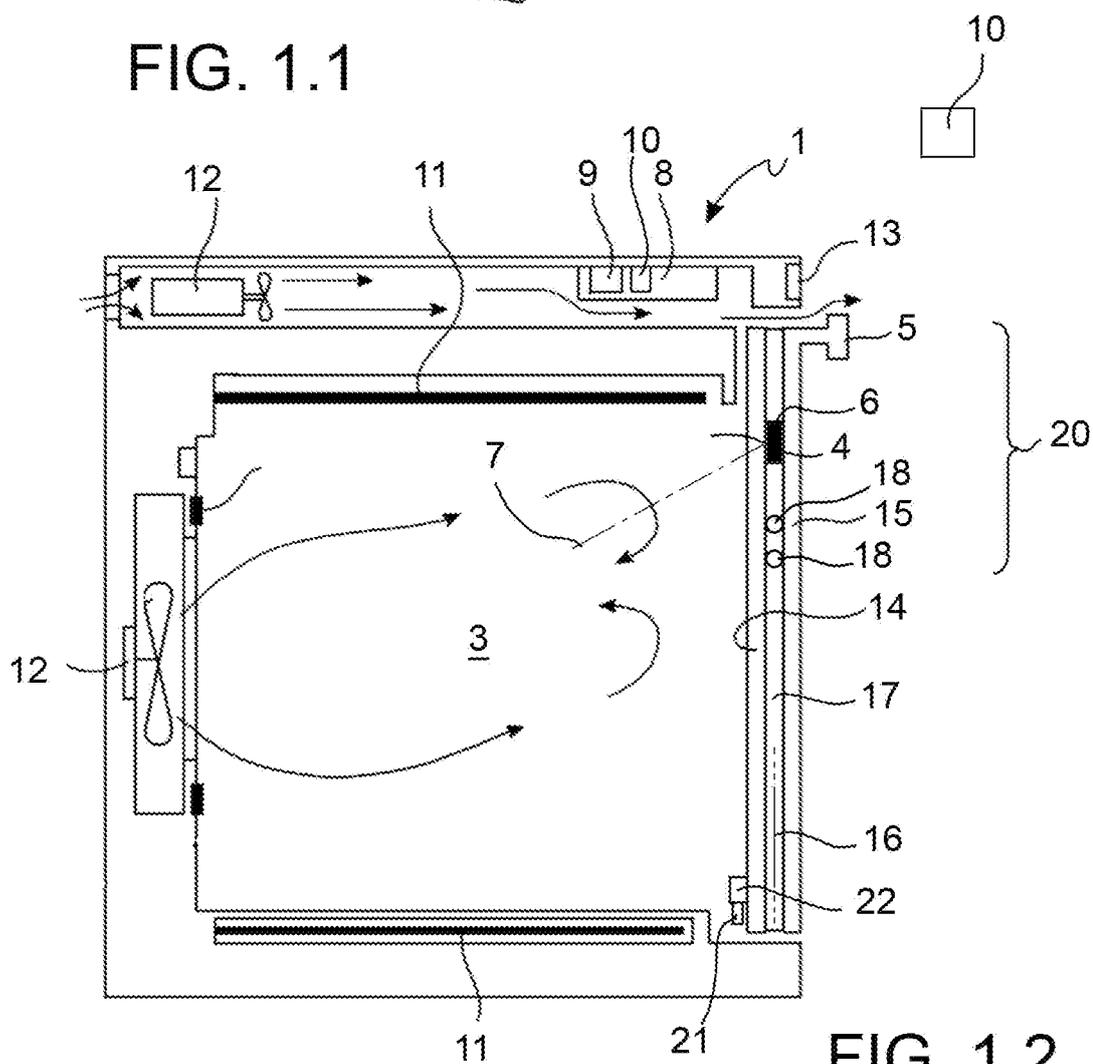


FIG. 1.2

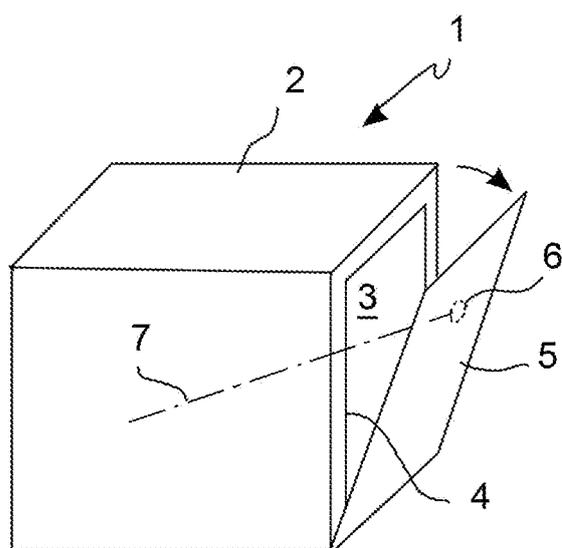


FIG. 2.1

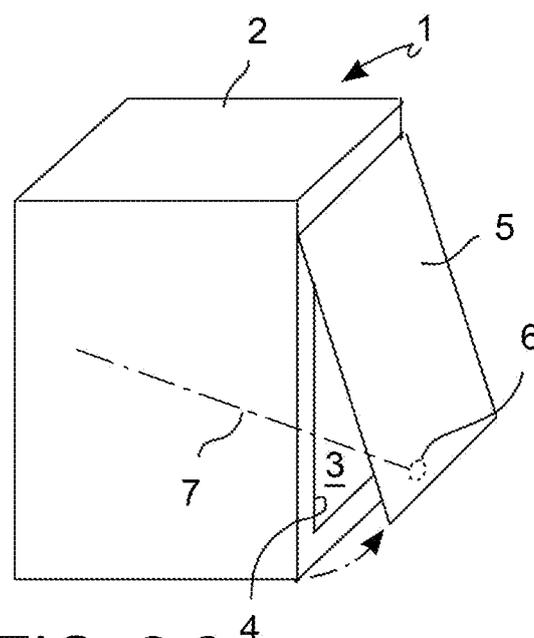


FIG. 2.2

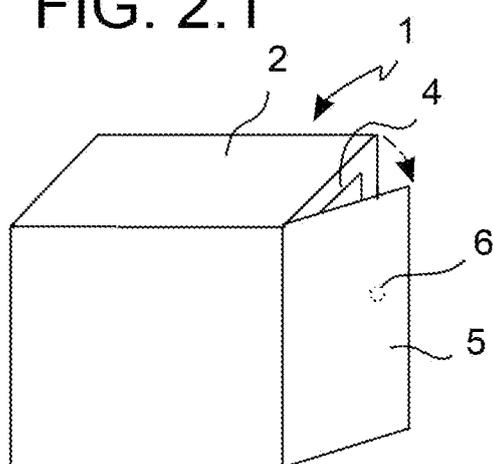


FIG. 2.3

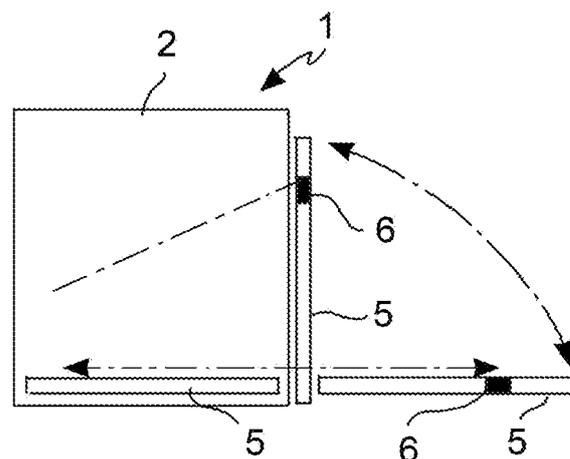


FIG. 2.5

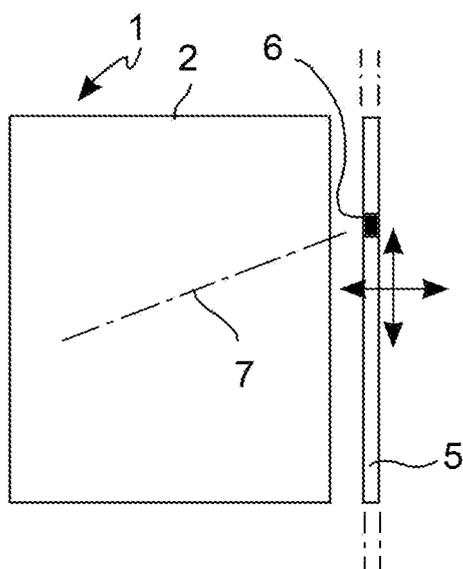


FIG. 2.4

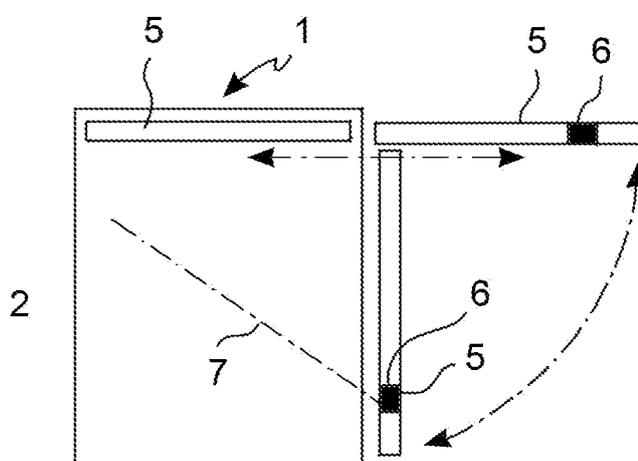


FIG. 2.6

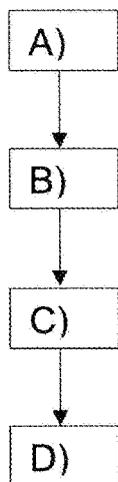


FIG. 3.1

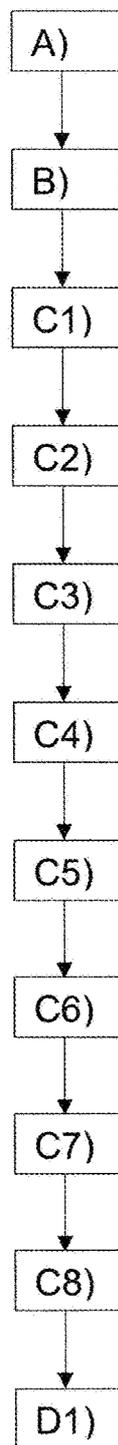


FIG. 3.2

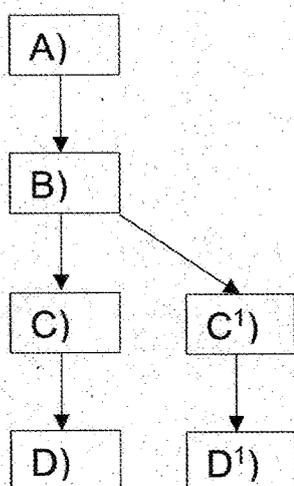


FIG. 4.1

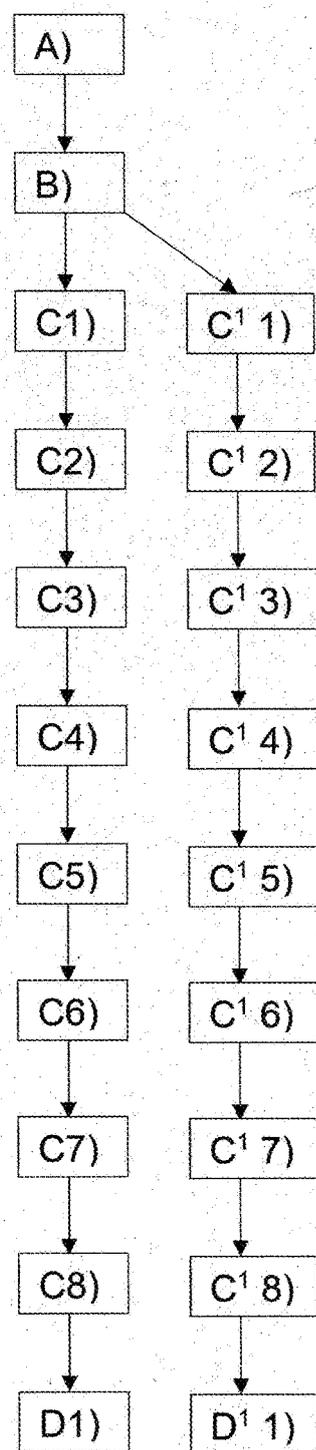


FIG. 4.2