

ITALIAN PATENT OFFICE

Document No.

102011901997460A1

Publication Date

20130517

Applicant

WHIRLPOOL CORPORATION

Title

PROCEDIMENTO PER IL CONTROLLO DELLO SBRINAMENTO DI UN
EVAPORATORE E FRIGORIFERO ADATTO AD ATTUARE TALE
PROCEDIMENTO.

La presente invenzione riguarda un procedimento per il controllo dello sbrinamento di un evaporatore posto in una cavità di un frigorifero provvisto di un circuito refrigerante con un compressore il cui azionamento on/off regola la temperatura dell'evaporatore fra un valore massimo e minimo predeterminati in relazione alla temperatura desiderata nella cavità, ed in cui è previsto l'utilizzo di un sensore di temperatura dell'evaporatore ed il compressore è disattivato in modo tale che la temperatura dell'evaporatore raggiunga un valore pari alla temperatura di sbrinamento. La presente invenzione riguarda inoltre un frigorifero in cui viene attuato il suddetto procedimento.

Un procedimento di sbrinamento ed un frigorifero del tipo suddetto sono noti da US 4689965. Tale documento descrive un frigorifero in cui è presente un controllo atto a determinare l'intervallo di tempo in cui, a compressore spento, l'evaporatore si mantiene ad una temperatura di circa 0°C, detto intervallo essendo indicativo della quantità di ghiaccio/brina depositata sull'evaporatore. Tale valore di tempo è utilizzato dal controllo per stabilire quando ripetere lo sbrinamento, per evitare sia che l'accumulo di brina sia insufficiente a giustificare uno sbrinamento sia che si accumuli troppa brina sull'evaporatore diminuendone le prestazioni. Questa modalità di funzionamento, sebbene efficace per misurare la quantità di brina sull'evaporatore, presenta la difficoltà di dover predisporre un algoritmo predittivo. Inoltre con questo procedimento noto vi è il rischio che venga effettuato lo sbrinamento senza tener conto se sono intervenuti fatti esterni che hanno modificato le condizioni (apertura della porta, inserimento di cibi caldi e/o ad elevato contenuto di umidità ecc.). In tal caso il tempo valutato dall'algoritmo predittivo potrebbe essere troppo lungo o troppo corto, diminuendo l'efficienza energetica dell'elettrodomestico. Per ovviare a questo inconveniente è necessario predisporre

ulteriori sensori (ad esempio di apertura della porta, di temperatura all'interno della cavità ecc.) ed un software che tenga conto di tali segnali, con una conseguente complicazione costruttiva ed aumento di costo dell'elettrodomestico.

Scopo della presente invenzione è predisporre un procedimento del tipo indicato all'inizio della descrizione che non presenti i suddetti inconvenienti e sia di semplice ed economica realizzazione. Secondo l'invenzione, tale scopo è raggiunto grazie alle caratteristiche elencate nelle allegate rivendicazioni.

Una delle caratteristiche principali del procedimento secondo l'invenzione è un confronto del tempo di permanenza a 0°C con un valore predeterminato in modo da avere un sensore di brina virtuale atto a reagire a qualsiasi influenza esterna. Detto confronto tra il tempo di sbrinamento ed un valore di soglia predeterminato discrimina in tempo reale se l'evaporatore deve essere sbrinato oppure no. Tale semplice confronto non presenta complicazioni a livello di algoritmo e può essere facilmente implementato sull'attuale scheda di controllo del frigorifero senza aumentarne il costo. Se il tempo di permanenza a 0°C è superiore a detto valore di soglia, la scheda elettronica di controllo mantiene disattivato il compressore fino a quando la temperatura dell'evaporatore ha raggiunto un valore di soglia predeterminato, superiore a 0°C, in modo tale da garantire un completo sbrinamento. Se il tempo di permanenza a 0°C è inferiore al valore di soglia, la scheda elettronica provvede a riattivare il normale funzionamento del compressore.

In tal modo lo sbrinamento completo viene effettuato solo quando necessario, tenendo conto automaticamente anche degli eventi esterni eventualmente verificatisi nel periodo tra due

successivi sbrinamenti. La verifica sulla necessità dello sbrinamento completo viene realizzata in una fase di semi-sbrinamento in cui è sufficiente venga sbrinata solo la sonda di temperatura e l'area dell'evaporatore immediatamente circostante. Inoltre si è rilevato che con il procedimento secondo l'invenzione si è diminuita la stratificazione di temperatura all'interno della cella, definita come differenza tra le temperature massima e minima nella cella.

Il procedimento secondo l'invenzione può essere attuato sia portando l'evaporatore a 0°C ad ogni ciclatura del compressore (cioè verificando ad ogni risalita di temperatura dell'evaporatore se vi è necessità di uno sbrinamento) oppure facendo ciclare il compressore tra temperature inferiori a 0°C e facendo risalire la temperatura dell'evaporatore solamente dopo un tempo predeterminato o un numero predeterminato di ciclature del compressore.

Infine, il procedimento secondo l'invenzione può essere utilizzato sia in frigoriferi di tipo "no-frost" (in cui l'evaporatore è investito da un flusso d'aria circolante) sia in frigoriferi di tipo statico.

Ulteriori vantaggi e caratteristiche di un procedimento e di un frigorifero secondo la presente invenzione risulteranno evidenti dalla descrizione dettagliata seguente, fornita a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati in cui:

- La figura 1 è una vista schematica di un frigorifero no-frost secondo l'invenzione;
- La figura 2 è un diagramma in cui è riportato l'andamento della temperatura dell'evaporatore di un frigorifero secondo una prima forma di attuazione dell'invenzione;

- La figura 3 è uno schema a blocchi dell'algoritmo di funzionamento del frigorifero secondo l'invenzione;
- La figura 4 è un diagramma simile alla figura 2 ed illustra l'andamento di temperatura secondo una diversa forma di attuazione secondo l'invenzione; e
- La figura 5 è un diagramma simile alla figura 4 ma riferito ad un frigorifero no-frost in cui lo sbrinamento completo è realizzato ad ogni ciclatura del compressore.

Con riferimento ai disegni, con 10 è indicato un frigorifero di tipo no-frost avente una cavità 10a, un circuito refrigerante 12 ed un circuito elettronico di controllo 14. Il circuito refrigerante 12 presenta un compressore 12a, un condensatore 12b ed un evaporatore 12c provvisto di sensore di temperatura 16. L'evaporatore 12c è provvisto di ventilatore 18 atto a garantire un flusso di aria refrigerata all'interno della cavità 10a.

Al circuito elettronico di controllo 14 sono collegati il compressore 12a ed il sensore di temperatura 16. Com'è illustrato in figura 2, in una prima forma di attuazione dell'invenzione il compressore è azionato in modalità on/off tra una temperatura di ON dell'evaporatore pari a circa -5°C ed una temperatura di OFF pari a circa -11°C . Queste due temperature sono ovviamente in relazione sia alla temperatura impostata dall'utente e memorizzata nel circuito elettronico di controllo 14 sia alla temperatura ambiente, e possono quindi variare. Dopo un tempo predeterminato di funzionamento on/off del compressore, che dipende dalla tipologia del frigorifero, ad esempio 60 minuti, il compressore 12a viene mantenuto spento anche dopo il raggiungimento della temperatura di "ON", fino a quando la temperatura dell'evaporatore 12c raggiunge la temperatura di sbrinamento (0°C). Questa fase è illustrata in figura 2 con il

riferimento A. In questa condizione il controllo elettronico 14 misura il tempo in cui il sensore 16 si mantiene a 0°C e lo confronta con un valore memorizzato di soglia. Nella condizione “A” detto tempo misurato è inferiore al valore di soglia e pertanto a questo semi-sbrinamento preliminare (in cui solo una porzione dell’evaporatore nell’intorno del sensore di temperatura si libera dalla brina/ghiaccio) non segue un successivo innalzamento della temperatura atto a garantire uno sbrinamento completo dell’evaporatore, bensì una riattivazione del compressore 12a.

Nella condizione illustrata in figura 2 con il riferimento B, il tempo di semi-sbrinamento (in cui la temperatura si mantiene a 0°C per effetto del cambiamento di stato solido-liquido) supera il valore di soglia e pertanto il controllo 14 provvede a ritardare l’accensione del compressore 12a fino a quando la temperatura dell’evaporatore non raggiunge un valore predeterminato (ad esempio 4,5°C) atto a garantire un completo sbrinamento dell’evaporatore. Il tempo di soglia può variare in relazione alla tipologia di frigorifero, ed è generalmente compreso tra 3 e 7 minuti. Inoltre la posizione del sensore di temperatura 16 è scelta in modo tale da corrispondere ad una zona significativa dell’evaporatore che generalmente si sbrina per ultima.

In figura 3 è illustrato un diagramma a blocchi che illustra l’algoritmo di funzionamento del controllo elettronico 14. Quando il frigorifero è acceso e funziona normalmente (blocco 1), si verifica (blocchi 2 e 3) se il tempo di funzionamento totale del frigorifero o del solo compressore nella sua condizione di “ON” supera un tempo predeterminato, nell’esempio quattro ore. In caso di superamento di tale tempo massimo predeterminato, si inizia a monitorare il tempo di permanenza dell’evaporatore a 0°C (blocchi 5 e 6). Il circuito elettronico

di controllo 14 disattiva il contatore (blocco 8) quando l'evaporatore ha raggiunto una predeterminata temperatura leggermente superiore a 0°C , nell'esempio descritto $0,7^{\circ}\text{C}$. Il tempo misurato viene quindi confrontato (blocco 9) con un valore di soglia predeterminato (indicato nello schema con il riferimento "N"); al superamento di tale valore di soglia il compressore viene mantenuto spento fino a quando l'evaporatore non raggiunge un secondo valore di soglia che garantisce un completo sbrinamento, ad esempio $4,5^{\circ}\text{C}$. Se tale tempo misurato non supera il valore N, successivamente a questo semi-sbrinamento viene ripreso il ciclo di controllo al blocco 1.

In figura 4 è illustrata una modalità di funzionamento in una seconda forma di attuazione dell'invenzione, in cui la temperatura del compressore viene fatta risalire a 0°C ad ogni ciclatura (partendo da una temperatura di "ON" ad esempio nell'intorno di -12°C). In questa forma di attuazione il controllo sulla necessità di sbrinamento viene effettuato ad ogni ciclo ON/OFF del compressore (nell'esempio di figura 4 per tutti i quattro cicli considerati non si è riscontrata la necessità di uno sbrinamento totale dell'evaporatore 12c). Si è riscontrato che con la modalità di funzionamento secondo l'invenzione la temperatura del prodotto alimentare T_p contenuto nel frigorifero corrisponde sostanzialmente alla temperatura media del frigorifero, con una differenza tra la temperatura massima nella cavità (T_B) e temperatura minima (T_A), la cosiddetta "stratificazione" di temperatura all'interno della cavità, dell'ordine di $2,1^{\circ}\text{C}$ (zona di riferimento K in figura 4).

Questa stratificazione è notevolmente più bassa rispetto ad una metodologia tradizionale di sbrinamento (figura 5) in cui lo sbrinamento stesso viene effettuato ad ogni ciclo ON/OFF del

compressore. In questo caso la temperatura media della cavità T_M oscilla rispetto a quella del prodotto (T_P), ed il valore di stratificazione della temperatura è dell'ordine di $3,5^\circ\text{C}$.

Sebbene nella descrizione ci si sia limitati ad un frigorifero ad una sola cavità, è evidente che la soluzione tecnica secondo l'invenzione può essere utilizzata in frigoriferi aventi più cavità a temperature diverse fra loro, con uno o più evaporatori. Inoltre al circuito elettronico di controllo 14 possono essere collegati ulteriori sensori di temperatura sia dell'evaporatore sia della cavità, senza per questo scostarsi dal procedimento descritto. In ogni caso con lo schema semplificato illustrato in figura 1, e cioè con un minimo numero di sensori e con un algoritmo molto semplice che non richiede un sofisticato sistema di controllo, è possibile ottenere ottimi risultati in termini di efficienza energetica dell'elettrodomestico e di puntualità nell'effettuare di un ciclo completo di sbrinamento. Il procedimento secondo l'invenzione può essere adattato anche a frigoriferi in cui lo sbrinamento è reso più rapido mediante l'utilizzo di una resistenza di riscaldamento associata all'evaporatore.

RIVENDICAZIONI

1. Procedimento per il controllo dello sbrinamento di un evaporatore (12c) posto in una cavità (10a) di un frigorifero (10) provvisto di un circuito frigorifero (12) con un compressore (12a) il cui azionamento on/off fa variare la temperatura dell'evaporatore (12c) fra un valore massimo ed uno minimo in relazione alla temperatura desiderata nella cavità (10a), ed in cui è previsto l'uso di un sensore (16) di temperatura dell'evaporatore (12c) ed in cui il compressore (12a) è disattivato in modo tale che la temperatura dell'evaporatore (12c) raggiunga un valore pari alla temperatura di sbrinamento, caratterizzato dal fatto che comprende le ulteriori fasi di valutare il tempo di permanenza alla temperatura di sbrinamento e confrontarlo con un valore di soglia predeterminato, qualora il tempo di permanenza sia superiore al valore di soglia predeterminato mantenere disattivato il compressore (12a) al fine di consentire un completo sbrinamento dell'evaporatore (12c) e, qualora il tempo di permanenza sia inferiore al valore di soglia predeterminato, riprendere il normale funzionamento del compressore (12a).
2. Procedimento secondo la rivendicazione 1, in cui al superamento del valore di soglia del tempo di permanenza alla temperatura di sbrinamento, il compressore (12a) viene mantenuto disattivato sino al raggiungimento di una predeterminata temperatura superiore a 0°C in modo da garantire uno sbrinamento completo dell'evaporatore (12c).
3. Procedimento secondo la rivendicazione 2, in cui detta temperatura predeterminata è compresa tra 0,7 e 4,5°C.

4. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui il compressore (12a) è azionato in modo tale che la temperatura di sbrinamento venga raggiunta solamente dopo un tempo predeterminato a partire dall'ultimo sbrinamento ed in cui la temperatura dell'evaporatore (12c) viene fatta oscillare tra una temperatura massima ed una temperatura minima entrambe inferiori a 0°C.
5. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-3, in cui il compressore (12a) è azionato in modo tale che la temperatura di sbrinamento è raggiunta ad ogni ciclo di funzionamento del compressore (12a).
6. Frigorifero comprendente una cavità provvista di un evaporatore (12c) facente parte di un circuito refrigerante (12) con un compressore, detto frigorifero comprendendo un'unità di controllo (14) a cui è collegato un sensore (16) di temperatura dell'evaporatore, l'unità di controllo (14) essendo adatta a disattivare il compressore per un tempo sufficiente affinché la temperatura dell'evaporatore raggiunga la temperatura di sbrinamento, caratterizzato dal fatto che detta unità di controllo (14) è atta a misurare il tempo di permanenza dell'evaporatore alla temperatura di sbrinamento ed a confrontare detto tempo di permanenza con un valore di soglia predeterminato e, qualora detto valore misurato superi il valore di soglia, a mantenere disattivato il compressore per un tempo sufficiente a garantire un'ulteriore innalzamento della temperatura dell'evaporatore fino ad un valore massimo predeterminato.
7. Frigorifero secondo la rivendicazione 6, in cui l'unità di controllo (14) è adatta a garantire uno sbrinamento completo dell'evaporatore (12c) al superamento del valore di soglia del tempo di permanenza alla temperatura di sbrinamento, il compressore

(12a) essendo mantenuto disattivato sino al raggiungimento di una predeterminata temperatura superiore a 0°C.

8. Frigorifero secondo la rivendicazione 7, in cui detta temperatura predeterminata è compresa tra 0,7 e 4,5°C.
9. Frigorifero secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-8, in cui l'unità di controllo (14) è adatta ad azionare il compressore (12a) in modo tale che la temperatura di sbrinamento venga raggiunta solamente dopo un tempo predeterminato a partire dall'ultimo sbrinamento, la temperatura dell'evaporatore (12c) essendo fatta oscillare tra una temperatura massima ed una temperatura minima entrambe inferiori a 0°C.
10. Frigorifero secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 6-8, in cui l'unità di controllo (14) è adatta ad azionare il compressore (12a) in modo tale che la temperatura di sbrinamento sia raggiunta ad ogni ciclo di funzionamento del compressore (12a).

CLAIMS

1. Method for controlling the defrost of an evaporator (12c) placed in a cavity (10a) of a refrigerator (10) having a refrigeration circuit (12) with a compressor (12a) whose on/off function drives the change of temperature of evaporator (12c) between a maximum and minimum value related to the desired temperature in the cavity (10a), and in which a temperature sensor (16) of the evaporator is used and in which the compressor (12a) is deactivated so that the temperature of evaporator (12c) reaches a value corresponding to defrost temperature, characterised in that it comprises further steps of assessing the time in which the evaporator is kept at defrost temperature and comparing such time with a predetermined threshold value, if such time is higher than the threshold value the compressor is kept deactivated in order to carry out a complete defrost of the evaporator (12a) and, if such time is lower than the predetermined threshold value, the normal function of the compressor (12a) is started again.
2. Method according to claim 1, wherein when the time at defrost temperature overtakes the threshold value, compressor (12a) is kept deactivated up to reaching a predetermined temperature higher than 0°C so that the complete defrost of the evaporator (12c) is guaranteed.
3. Method according to claim 2, wherein said predetermined temperature is comprised between 0,7 and 4,5 °C.
4. Method according to any of the preceding claims, wherein compressor (12a) is activated so that defrost temperature is reached only after a predetermined time from the last defrost and wherein temperature of evaporator (12c) is oscillated between a maximum and minimum temperature both below 0°C.
5. Method according to any of claims 1-3, wherein compressor (12a) is driven so that defrost temperature is reached every working cycle of compressor (12a).
6. Refrigerator comprising a cavity with an evaporator (12c) which is part of a refrigeration circuit (12) with a compressor, said refrigerator comprising a control unit (14) to which a sensor (16) is connected for sensing the evaporator temperature, the control unit (14) being adapted to deactivate the compressor for a time sufficient for the evaporator temperature to reach the defrost temperature, characterised in that said control unit (14) is adapted to measure the time in which the evaporator is at defrost temperature and to compare such time with a predetermined threshold value and, if the measured value is higher than the threshold value, the compressor is kept deactivated for a time sufficient to guarantee a further increase of evaporator temperature up to a predetermined maximum value.

7. Refrigerator according to claim 6, wherein the control unit (14) is adapted to keep the compressor (12a) deactivated when the time at defrost temperature overtakes the threshold value in order to reaching a predetermined temperature higher than 0°C so that the complete defrost of the evaporator (12c) is guaranteed.
8. Refrigerator according to claim 7, wherein said predetermined temperature is comprised between 0,7 and 4,5 °C.
9. Refrigerator according to any of claims 6-8, wherein the control unit (14) is adapted to activate the compressor (12a) so that defrost temperature is reached only after a predetermined time from the last defrost and wherein temperature of evaporator (12c) is oscillated between a maximum and minimum temperature both below 0°C.
10. Refrigerator according to any of claims 6-8, wherein the control unit (14) is adapted to drive the compressor (12a) so that defrost temperature is reached every working cycle of compressor (12a).

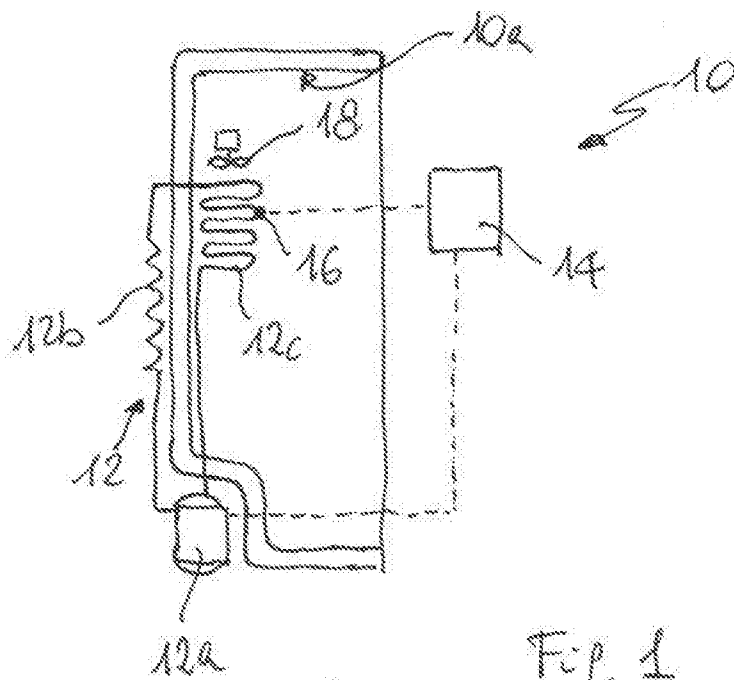


Fig. 1

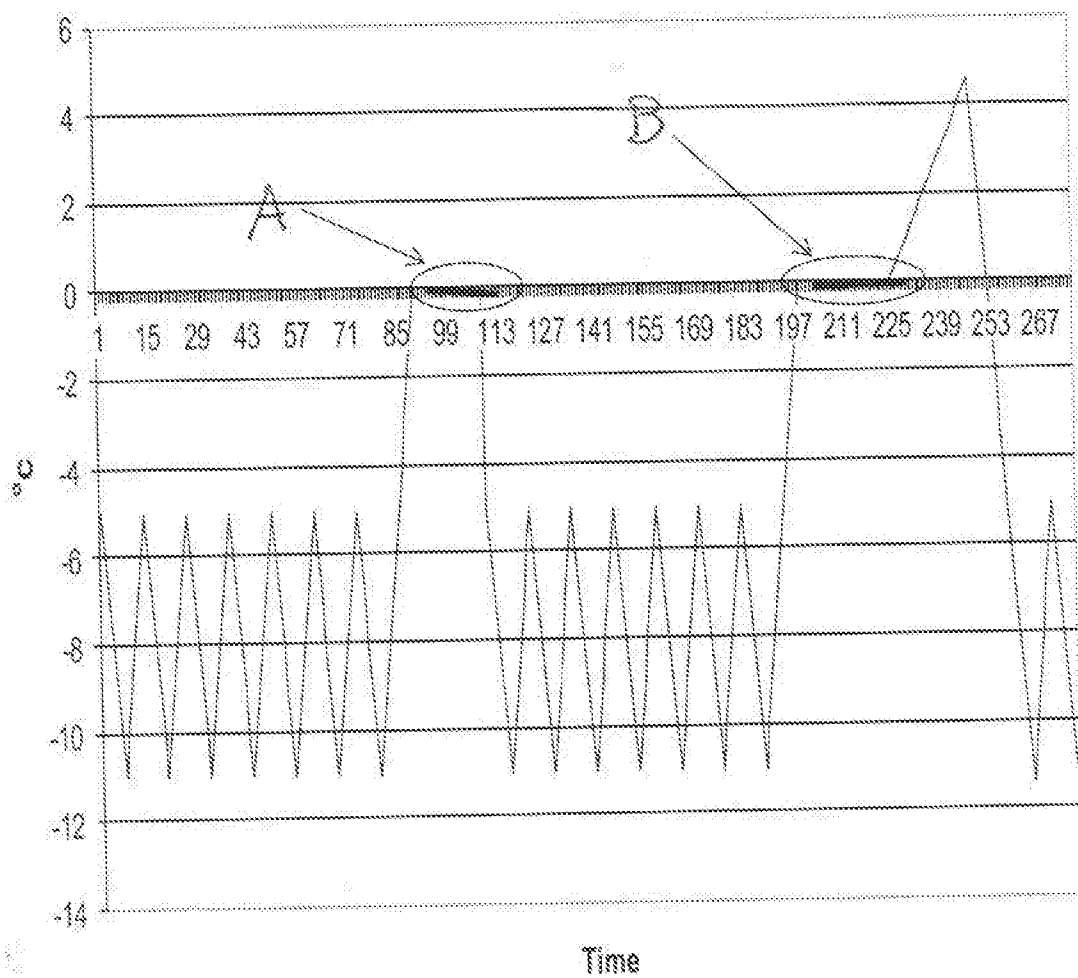


Fig. 2

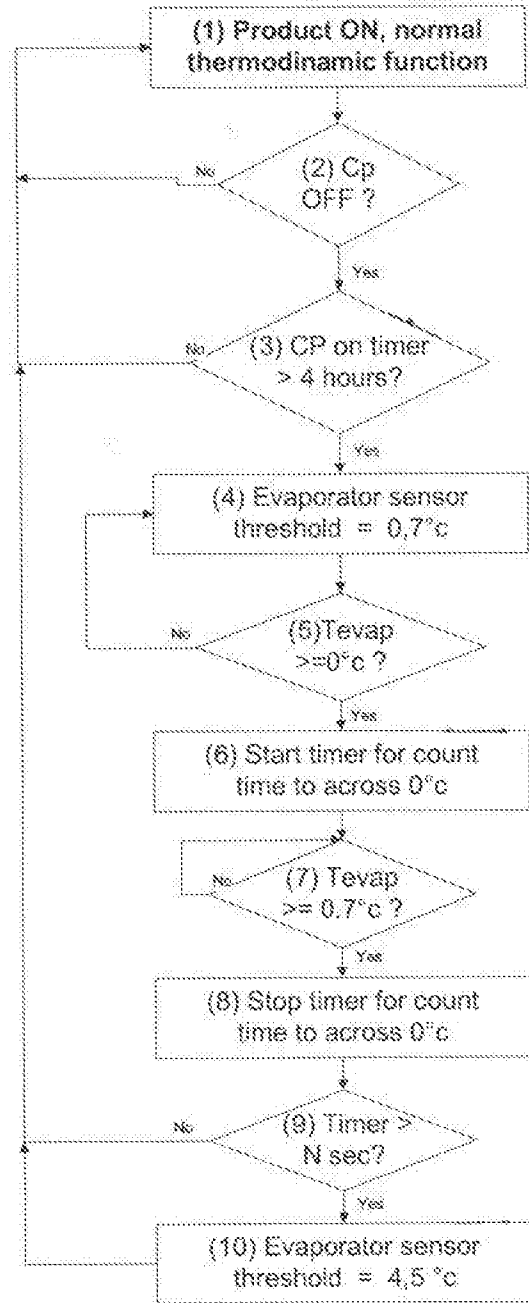


Fig. 3

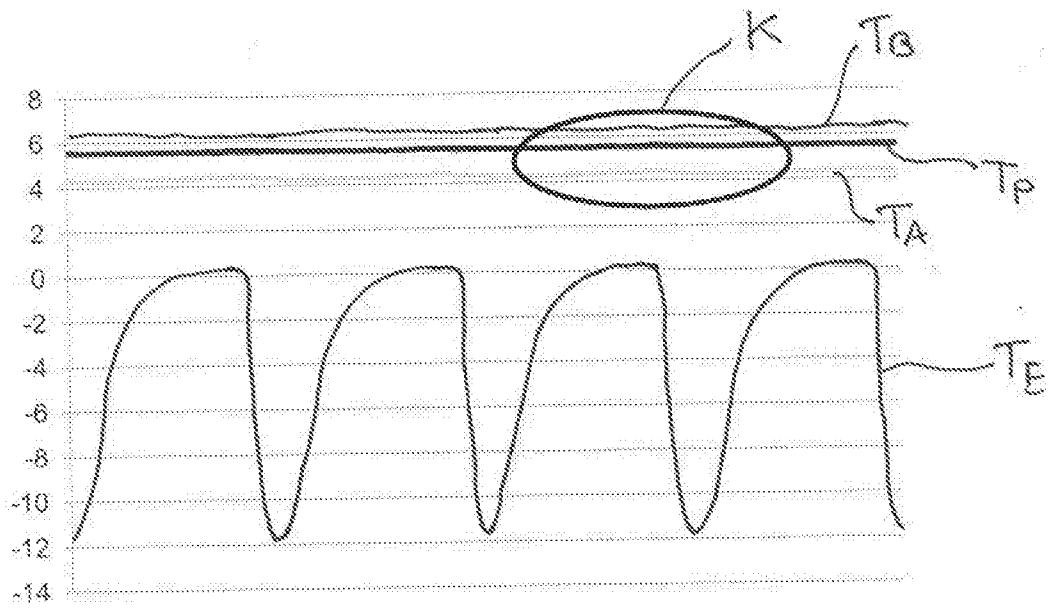


Fig. 4

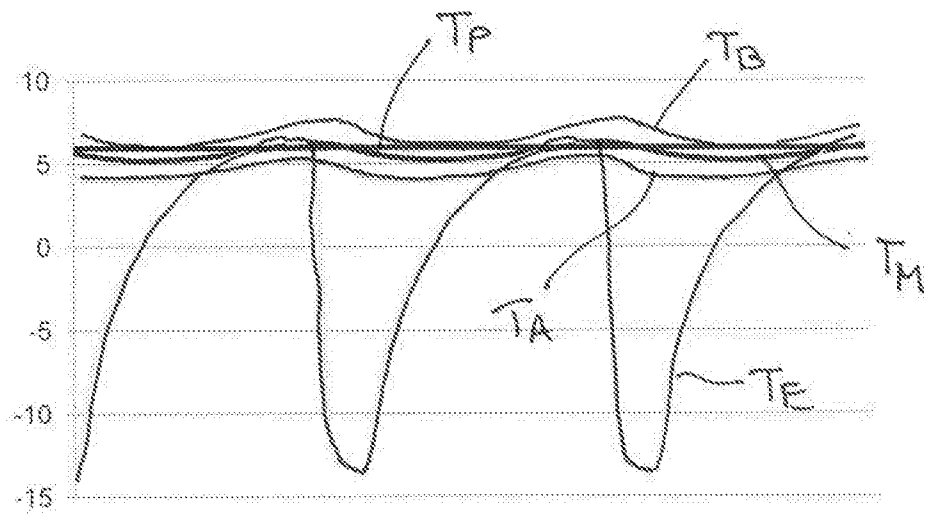


Fig. 5