



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0817401-6 B1



(22) Data do Depósito: 05/11/2008

(45) Data de Concessão: 10/03/2020

(54) Título: MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS E SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS

(51) Int.Cl.: A01G 9/24; G05D 22/02.

(52) CPC: A01G 9/246; G05D 22/02.

(30) Prioridade Unionista: 08/11/2007 US 60/996,266.

(73) Titular(es): THE STATE OF ISRAEL, MINISTRY OF AGRICULTURE & RURAL DEVELOPMENT, AGRICULTURAL RESEARCH ORGANIZATION (A.R.O.) VOLCANI CENTER.

(72) Inventor(es): AVRAHAN ARBEL; MORDECHAI BARAK; ALEXANDER SHKLYAR.

(86) Pedido PCT: PCT IL2008001449 de 05/11/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/060436 de 14/05/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/05/2010

(57) Resumo: MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UMA ESTUFA DESTINADA AO CULTIVO DE PLANTAS, DISPOSITIVO PARA CONTROLAR AS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UMA ESTUFA DESTINADA AO CULTIVO DE PLANTAS E SISTEMA DE ESTUFA, um método de controle das condições do ar no interior de um local fechado é revelado. O método compreende a coleta de ar de uma parte inferior do interior, a desumidificação do ar coletado, e a liberação do ar desumidificado na parte superior do interior controlando, dessa forma, as condições do ar no interior do local fechado.

"MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS E SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS"

CAMPO E HISTÓRICO DA INVENÇÃO

[0001] A presente invenção, em algumas aplicações dela, refere-se a um método e um sistema de desumidificação do interior de um local fechado e, mais particularmente, mas não exclusivamente, a um método, aparelho e sistema para desumidificação do interior de áreas cercadas de estufas nas quais plantas são cultivadas.

[0002] As estufas exigem que o ar dentro delas seja controlado no que diz respeito à temperatura e à umidade a fim de garantir que a temperatura e as taxas de transpiração da folhagem sejam tais para manter a folhagem seca e a planta saudável. A alta umidade, principalmente a água livre sobre a folhagem da planta, promove o desenvolvimento de doenças foliares como a pinta preta do tomateiro, o mofo cinzento e o míldio em diversas culturas. Essas doenças representam um grande prejuízo para as culturas, reduzem substancialmente o rendimento da colheita e deterioram severamente a qualidade do produto. Embora pesticidas sejam utilizados para controlar essas doenças, o seu uso é limitado por diversos motivos. O seu uso promove a resistência do pesticida a muitos patógenos, e a política governamental geral é reduzir progressivamente o uso de alguns pesticidas ou limitar o seu uso. Muitos consumidores exigem produtos que não tenham resíduos de pesticidas. Além disso, o uso desses pesticidas pode afetar desfavoravelmente outras considerações ambientais.

[0003] Substituir o ar da estufa com ar externo é um método costumeiro para diminuir a umidade em uma estufa, e daí o risco de produzir água livre na folhagem. O ar frio externo, com baixa umidade absoluta, substituir o ar mais morno da estufa e absorve o excesso de água que evapora. Esse método, entretanto, gasta muita energia.

RESUMO DA INVENÇÃO

[0004] De acordo com um aspecto de algumas aplicações da presente invenção, apresenta-se um método para controlar as condições do ar no interior de um local fechado, compreendendo a coleta de ar de uma parte inferior do interior, desumidificar o ar coletado, e liberá-lo na parte superior do interior, controlando, dessa forma, as condições do ar no interior do local fechado.

[0005] De acordo com algumas aplicações da invenção, o método compreende ainda a redução ou a prevenção do transporte de energia térmica através de uma parede superior do local fechado.

[0006] De acordo com algumas aplicações da invenção, a redução ou a prevenção compreende a redução ou a prevenção do transporte da energia térmica por convecção.

[0007] De acordo com algumas aplicações da invenção, a redução ou a prevenção compreende a redução ou a prevenção do transporte da energia térmica por condução.

[0008] De acordo com algumas aplicações da invenção, a redução ou a prevenção compreende a redução ou a prevenção do transporte da energia térmica por radiação.

[0009] De acordo com algumas aplicações da invenção, o método compreende ainda refletir a radiação térmica

para fora de uma tela térmica que reveste o interior abaixo da parede superior.

[00010] De acordo com algumas aplicações da invenção, o método compreende ainda o aquecimento do ar desumidificado antes da sua liberação na parte superior do interior.

[00011] De acordo com algumas aplicações da invenção, a desumidificação compreende o uso de uma unidade de desumidificação circulando um líquido refrigerante, a unidade tendo um evaporador no qual o líquido refrigerante é evaporado e um condensador no qual o líquido refrigerante é condensado, onde o ar é resfriado e desumidificado pelo evaporador e aquecido pelo condensador.

[00012] De acordo com um aspecto de algumas aplicações da presente invenção, apresenta-se um método para controlar as condições do ar no interior de um local fechado, compreendendo uma entrada de ar constituída por um coletor de ar de uma parte inferior do interior, uma unidade de desumidificação para desumidificar o ar coletado, e uma saída de ar para a liberação do ar desumidificado em uma parte superior do interior.

[00013] De acordo com um aspecto de algumas aplicações da presente invenção, apresenta-se um sistema de estufa, compreendendo o dispositivo descrito aqui e um local fechado com um interior sendo pelo menos parcialmente isolado do meio ambiente, onde o dispositivo seja posicionado em seu interior.

[00014] De acordo com um aspecto de algumas aplicações da presente invenção, apresenta-se um sistema de estufa, compreendendo uma pluralidade de dispositivos

descritos aqui e um local fechado com um interior sendo pelo menos parcialmente isolado do meio ambiente, onde os dispositivos sejam posicionados em seu interior.

[00015] De acordo com algumas aplicações da invenção, o dispositivo é posicionado na parte superior do interior.

[00016] De acordo com algumas aplicações da invenção, o local fechado compreende uma tela térmica revestindo-a e sendo constituída para reduzir ou prevenir o transporte de energia térmica através da tela térmica.

[00017] De acordo com algumas aplicações da invenção, a tela térmica é vedada para penetração de ar de forma a reduzir ou prevenir o transporte da energia térmica por convecção.

[00018] De acordo com algumas aplicações da invenção, a tela térmica é feita de material termicamente isolante de forma a reduzir ou prevenir o transporte da energia térmica por condução.

[00019] De acordo com algumas aplicações da invenção, a tela térmica é opaca à radiação térmica de forma a reduzir ou prevenir o transporte da energia térmica por radiação.

[00020] De acordo com algumas aplicações da invenção, a tela térmica é termicamente refletora de forma a reduzir ou prevenir a radiação térmica.

[00021] De acordo com algumas aplicações da invenção, o interior é desprovido de fontes de calor na parte inferior.

[00022] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ar é coletado e liberado de forma a manter, em

todos os momentos, uma temperatura média que seja menor na parte inferior do que na parte superior.

[00023] De acordo com algumas aplicações da invenção, a unidade de desumidificação circula um líquido refrigerante e compreende um evaporador no qual o líquido refrigerante é evaporado e um condensador no qual o líquido refrigerante é condensado, onde o ar coletado é resfriado e desumidificado pelo evaporador, e onde o ar desumidificado e resfriado é aquecido pelo condensador.

[00024] De acordo com algumas aplicações da invenção, a unidade de desumidificação é uma unidade de aquecimento e desumidificação que compreende um trocador de calor para aquecimento do ar desumidificado antes da sua liberação na parte superior do interior.

[00025] De acordo com algumas aplicações da invenção, o trocador de calor é um trocador de calor do tipo líquido.

[00026] De acordo com algumas aplicações da invenção, a unidade de desumidificação é colocada dentro de um compartimento comum.

[00027] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ar é circulado do interior do local fechado através da unidade de desumidificação por meio de um ventilador posicionado na unidade.

[00028] De acordo com algumas aplicações da invenção, a unidade de desumificação é colocada em um compartimento que compreende uma entrada que se abre para fora, uma saída que se abre para fora, e uma garganta de interconexão relativamente estreita, a entrada que se abre para fora

abrigando o evaporador e o condensador, e a garganta estreita abrigando o ventilador.

[00029] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ar é circulado do interior do local fechado através da unidade de aquecimento e desumidificação por meio de um ventilador posicionado na unidade.

[00030] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ventilador é posicionado para receber o ar que sai do trocador de calor e soprá-lo através da saída de ar.

[00031] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ventilador é interposto entre o condensador e o trocador de calor de forma que o ventilador receba o ar que sai do condensador e o trocador de calor receba o ar que sai do ventilador.

[00032] De acordo com algumas aplicações da invenção, o líquido refrigerante que sai do condensador é resfriado adicionalmente pelo ar entre o evaporador e o condensador.

[00033] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ar do local fechado entra no evaporador é pré-refrigerado pelo ar entre o evaporador e o condensador.

[00034] De acordo com algumas aplicações da invenção, o ar desumidificado é misturado com o ar do local fechado a fim de proporcionar uma mistura, e a mistura é aquecida pelo trocador de calor.

[00035] De acordo com algumas aplicações da invenção, o local fechado é uma estufa destinada ao cultivo de plantas e o ar é liberado acima da folhagem das plantas.

[00036] A menos que seja definido de outra forma, todos os termos técnicos e/ou científicos utilizados

aqui têm o mesmo significado que aquele que é comumente compreendido por alguém com habilidade normal na matéria à qual essa invenção se refere. Embora os métodos e materiais semelhantes ou equivalentes àqueles descritos aqui possam ser utilizados na prática ou para testar as aplicações da invenção, métodos e/ou materiais adequados são descritos abaixo. Em caso de conflito, a especificação da patente, incluindo as definições, predominará. Além disso, os materiais, métodos e exemplos são apenas ilustrativos e não pretendem ser necessariamente limitantes.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00037] Algumas aplicações da invenção estão descritas aqui, apenas por intermédio de exemplos, com referência aos desenhos que a acompanham. Com referência específica agora aos desenhos de detalhes, enfatiza-se que as são peculiaridades a título de exemplo e para os propósitos de discussão ilustrativa das aplicações da invenção. A esse respeito, a descrição feita dos desenhos torna aparente para aqueles conhecedores da matéria como as aplicações da invenção podem ser praticadas.

NOS DESENHOS:

A figura 1 é uma ilustração esquemática de uma estufa;

A figura 2 é um fluxograma de um método adequado de controle da condição do ar no interior de um local fechado, de acordo com diversas aplicações exemplares da presente invenção;

A figura 3 é uma ilustração esquemática de um local fechado no qual o método de acordo com algumas aplicações da presente invenção é empregado;

As figuras 4A-B mostram a distribuição da velocidade (FIG. 4A) e a distribuição da temperatura (FIG. 4B) obtidas por simulações em computador realizadas de acordo com diversas aplicações exemplares da presente invenção;

As figuras 5A-G são uma ilustração esquemática do dispositivo para controle da condição do ar no interior de um local fechado, de acordo com diversas aplicações exemplares da presente invenção; e

A figura 6 é uma ilustração esquemática de uma vista de cima de um local fechado em aplicações nas quais diversos dispositivos são posicionados, de acordo com diversas aplicações exemplares da presente invenção.

DESCRIÇÃO DE APLICAÇÕES ESPECÍFICAS DA INVENÇÃO

[00038] A presente invenção, em algumas aplicações dela, refere-se a um método e um sistema de desumidificação do interior de um local fechado e, mais particularmente, mas não exclusivamente, a um método, aparelho e sistema para desumidificação do interior de áreas cercadas de estufas nas quais plantas são cultivadas.

[00039] Para os propósitos de melhor compreender algumas aplicações da presente invenção, conforme ilustram as FIGS. 2-6 dos desenhos, faz-se referência primeiramente à construção e à operação de uma estufa 10 destinada ao cultivo de plantas 12 conforme ilustra a FIG. 1.

[00040] A estufa 10 inclui paredes laterais 14 e uma parede superior 36 definindo o interior 16 da estufa. As paredes 14 são formadas, tipicamente, com aberturas 30 e 31. Uma unidade de aquecimento 18 fornece ar morno 20 para conduítes 22 arrançados no ou próximos do nível do chão e, geralmente, abaixo do nível da folhagem das plantas 12. As

aberturas 24 nos conduítes 22 permitem que o ar morno 20 saia dos conduítes 22 para cima a fim de aquecer o interior 16. Durante o aquecimento, o ar umidifica o interior e os vapores d'água tendem a se condensar na folhagem, resultando no desenvolvimento de doenças foliares como a pinta preta do tomateiro (causada por *Phytophthora infestans*), o mofo cinzento (causado por *Botrytis cinérea*), e o míldio em diversas culturas.

[00041] Para prevenir a condensação da água na folhagem, um procedimento de ventilação é empregado, onde o ar do ambiente 26 entra no interior da estufa e substitui o ar úmido 28. A ventilação é facilitada por meio de um ou mais ventiladores 31 posicionados nas paredes 14. Adicionalmente, um ou mais ventiladores 32 circulam o ar no interior 16. O ar do ambiente, que é tipicamente frio e com baixa umidade absoluta (teor de vapor d'água) substitui o ar mais morno da estufa e absorve o excesso de água que evapora. Adicionalmente, a estufa 10 inclui uma tela permeável ou semipermeável 34 que reveste o interior 16 abaixo da parede superior 36, que permite a redução adicional da umidade evacuando parte do ar úmido 28 através da tela 34 e o vapor d'água condensado na parede superior 36. Os inventores da presente invenção descobriram que enquanto as soluções acima podem reduzir parcialmente a umidade no interior 16, elas estão longe de serem excelentes. Isso porque a troca de ar com o exterior da estufa 10 (seja através das aberturas 30 na parede 14 ou através da parede superior 36) causa perdas substanciais de calor que têm que ser compensadas fornecendo-se a energia para aquecer a unidade 18. No contexto da atual tendência de aumento dos preços dos combustíveis, o custo do aquecimento tornou-se um

componente principal dos insumos da estufa. Portanto, a energia adicional necessária para compensar as perdas de calor devido à ventilação diminui substancialmente a margem de lucro.

[00042] Enquanto a presente invenção estava sendo idealizada, isso foi hipotetizado e, enquanto a presente invenção estava sendo reduzida à prática, percebeu-se que o interior de uma estufa pode ser desumidificado e opcionalmente aquecido com economia de energia.

[00043] Antes de explicar pelo menos uma aplicação da invenção detalhadamente, deve-se entender que a invenção não está necessariamente limitada nessa solicitação aos detalhes da construção e ao arranjo dos componentes e/ou métodos estabelecidos na descrição a seguir e/ou ilustrada nos desenhos e/ou Exemplos. A invenção é capaz de outras aplicações ou de ser praticada ou realizada de várias formas.

[00044] Agora, faz-se referência à FIG. 2, que é um fluxograma de um método adequado de controle da condição do ar no interior de um local fechado (por exemplo, uma estufa), de acordo com diversas aplicações exemplares da presente invenção.

[00045] Deve-se compreender que, a menos que sejam definidas de outra maneira, as operações descritas aqui abaixo podem ser realizadas contemporânea ou sequencialmente em muitas combinações ou ordens de execução. Especificamente, a ordem dos fluxogramas não deve ser considerada como limitante. Por exemplo, duas ou mais operações, que aparecem na descrição a seguir ou nos fluxogramas em uma determinada ordem, podem ser executadas em uma ordem diferente (por exemplo, em uma ordem inversa) ou substancialmente de forma contemporânea. Adicionalmente, diversas operações descritas

abaixo (por exemplo, uma ou mais das operações dos blocos 101, 102, 105 e 107 da FIG. 2) são opcionais e podem não ser executadas. O método das presentes aplicações começa no bloco 100 e, opcionalmente e preferivelmente, continua no bloco 101 no qual o transporte de energia térmica através das paredes laterais e/ou da parede superior do local fechado é reduzido (por exemplo, minimizado) ou evitado. Isso pode ser alcançado fechando-se as aberturas formadas nas paredes laterais ou colocando-se paredes laterais desprovidas de tais aberturas. Em diversas aplicações exemplares da invenção, a parede superior é feita de material não permeável ao ar e ao vapor d'água. Em diversas aplicações exemplares da invenção, uma tela térmica reveste o interior de um local fechado abaixo da parede superior de forma a melhorar o isolamento térmico do interior em relação ao meio ambiente.

[00046] A redução ou a prevenção do transporte de energia térmica é preferível com relação a pelo menos um tipo de transporte selecionado do grupo que consiste de convecção, condução e radiação. Mais preferivelmente, a redução ou a prevenção é com relação a pelo menos dois, por exemplo, de todos os tipos de transporte térmico.

[00047] A redução ou a prevenção do transporte por convecção pode ser alcançada pela redução, mais preferivelmente, eliminando-se a ventilação. Nessa aplicação, as paredes laterais, a parede superior e/ou a tela térmica é/são vedada(s) para evitar a penetração de ar e de vapor d'água. A redução ou a prevenção do transporte por condução pode ser alcançada utilizando-se paredes laterais, uma parede superior e/ou uma tela térmica que seja(m) feita(s) de material termicamente isolante. A redução ou a prevenção do transporte

por condução pode ser alcançada utilizando-se paredes laterais, uma parede superior e/ou uma tela térmica que seja(m) opaca(s) à radiação térmica, que tenha, tipicamente, comprimentos de ondas muito longos (por exemplo, aproximadamente 10.000 nm ou acima). Nessas aplicações, uma tela térmica pode ser utilizada conforme detalhado adicionalmente nesse documento.

[00048] Em diversas aplicações exemplares da invenção, o método opcionalmente e preferivelmente continua no bloco 102 onde a radiação térmica gerada dentro do local fechado é refletida para fora da tela térmica. Isso pode ser alcançado utilizando-se uma tela térmica que seja feita de material termicamente refletivo. O reflexo da radiação térmica é particularmente útil quando objetos dentro do local fechado (por exemplo, a folhagem) estão em uma temperatura que seja maior do que a temperatura da tela térmica. Nesses casos, os objetos mais mornos emitem radiação térmica, que é refletida pela tela termicamente refletiva de volta para o interior do local fechado. Quando a temperatura da tela térmica for maior do que a temperatura dos objetos dentro do local fechado, a radiação térmica é tipicamente emitida pela tela térmica (ao invés de ser refletida).

[00049] O método continua no bloco 103 onde o ar é coletado de uma parte inferior do interior. Por exemplo, quando o local fechado refere-se a uma estufa para cultivo de plantas, o ar é tipicamente coletado a partir de um nível de altura que é abaixo do nível de altura médio da folhagem. Deve-se entender que embora o ar da parte inferior seja coletado, a coleta não é necessariamente realizada na parte inferior do local fechado. Por exemplo, em algumas aplicações da presente invenção, a coleta de ar é realizada gerando-se um fluxo de ar

da parte inferior do interior para cima em uma entrada de ar posicionada na parte superior do interior (por exemplo, acima ou no nível médio de altura da folhagem). Ainda, aplicações nas quais o ar é coletado na parte inferior da estufa (por exemplo, utilizando-se uma entrada localizada na parte inferior) também são consideradas.

[00050] O método continua no bloco 104 onde o ar coletado é desumidificado.

[00051] Da forma como é utilizada aqui, a desumidificação é um processo no qual o teor de água do ar é reduzido, mas não necessariamente minimizado ou anulado. Dessa forma um "ar desumidificado" da forma utilizada aqui é um ar que possui um teor de água mais baixo em relação ao seu teor de água anterior à desumidificação. Por exemplo, quando o local fechado refere-se a uma estufa para cultivo de plantas, a desumidificação é realizada de forma a minimizar ou eliminar a condensação na folhagem garantindo uma umidade suficientemente elevada nas proximidades da folhagem. Um exemplo representativo de condições adequadas nas proximidades da folhagem é, sem limitação, uma temperatura de aproximadamente 18° C e umidade relativa de aproximadamente 80%.

[00052] Em diversas aplicações exemplares da invenção, a desumidificação é realizada por um circuito de refrigeração que gera um ciclo térmico. Nessas aplicações, um líquido refrigerante circula entre um evaporador no qual o líquido refrigerante é evaporado e um condensador em que o líquido refrigerante é condensado. O ciclo térmico do circuito será explicado agora.

[00053] A energia térmica necessária para a evaporação do líquido refrigerante dentro do evaporador é

fornecida pela passagem de ar no evaporador. Como resultado, o ar coletado, que carrega o vapor d'água (emitido, por exemplo, da folhagem e do solo), resfria enquanto passa pelo evaporador e pelo menos parte do teor de vapor d'água do ar é condensada. A água condensada é drenada e o ar é desumidificado. A condensação do líquido refrigerante libera calor que, por sua vez, é transferido para o ar desumidificado e resfriado que passa pelo condensador. Dessa forma, o ar é resfriado e desumidificado pelo evaporador e reaquecido pelo condensador.

[00054] Em diversas aplicações exemplares da invenção, o método continua no bloco 105 onde o ar desumidificado é aquecido novamente utilizando-se um trocador de calor, conforme detalhado adicionalmente aqui.

[00055] O método continua no bloco 106 em que o ar, depois de ser desumidificado e opcionalmente aquecido novamente, é liberado na parte superior do local fechado, de forma a aquecer e desumidificar o seu interior. Assim, o método das presentes aplicações opera como uma bomba de calor que coleta o ar úmido da parte inferior do local fechado e libera ar mais seco e, opcionalmente, mais morno na parte superior do local fechado. No bloco 107, o método opcionalmente e preferivelmente circula o ar dentro do local fechado, por exemplo, para melhor distribuir o ar mais morno e mais seco nas proximidades da folhagem.

[00056] O método termina no bloco 108.

[00057] Antes de fornecer uma descrição detalhada adicional de algumas aplicações da presente invenção, deve-se prestar atenção às vantagens e às aplicações potenciais oferecidas dessa forma.

[00058] As presentes aplicações oferecem uma solução inovadora para o problema do excesso de umidade em um local fechado substancialmente diminuindo o consumo de energia através da combinação de calor, desumidificação e isolamento térmico do local fechado. Algumas aplicações da presente invenção são úteis para reduzir a umidade nas áreas delimitadas que já são aquecidas por outros meios, como, por exemplo, por meio de conduítes arrançados no ou próximos do nível do solo conforme descrito acima com referência à FIG. 1.

[00059] O uso de uma bomba de calor dentro do local fechado permite que o ar inicialmente resfriado seja reaquecido através do calor removido durante a desumidificação mais a energia externa necessária para acionar o ciclo térmico. Dessa forma, as presentes aplicações apresentam um processo no qual a energia é convertida de calor latente (condensação de vapor d'água) em calor sensível (aumento da temperatura do ar) com perda mínima ou nenhuma perda para o meio ambiente. O consumo de energia desse processo é menor do que o consumo de energia das técnicas tradicionais uma vez que uma parte da energia é reciclada durante o processo.

[00060] As presentes aplicações também pode melhorar o retorno do uso de combustível. Reconhece-se que a geração de eletricidade é acompanhada pela geração de calor. Em diversas aplicações exemplares da invenção, a eletricidade necessária para a operação do circuito refrigerante é produzida utilizando-se um gerador elétrico posicionado nas proximidades ou dentro do local fechado, onde o calor produzido pelo referido gerador seja utilizado para aquecer adicionalmente o ar no seu interior. Isso pode ser feito, por exemplo, empregando-se conduítes preenchidos com líquido (gás ou

líquido) para evacuar o calor do gerador e liberá-lo na parte superior do local fechado.

[00061] Em algumas aplicações da presente invenção, o combustível utilizado para gerar eletricidade é selecionado de forma que um de seus subprodutos de combustão seja o dióxido de carbono. Nessas aplicações, o dióxido de carbono, ou pelo menos uma porção dele, é liberado no interior da estufa para facilitar o crescimento das plantas. O uso melhorado do combustível de acordo com as presentes aplicações também é benéfico do ponto de vista da consideração ambiental. Esse uso pode reduzir o aquecimento global diminuindo o uso de combustível e/ou reduzindo a emissão de CO₂ na atmosfera.

[00062] A implementação das presentes aplicações para desumidificar, aquecer e/ou enriquecer o teor de CO₂ de uma estufa pode gerar condições de cultivo apropriadas para as plantas na estufa enquanto reduz a quantidade de consumo de combustível. Isso melhora o cultivo e permite que o lavrador aumente sua rentabilidade.

[00063] O método das presentes aplicação é executado, de preferência, em momento em que não é possível utilizar recursos naturais, por exemplo, substituindo o ar interno pelo ar externo, para secar e remover o excesso de umidade, e/ou enquanto houver a necessidade de calor. Nesses casos, quando for necessário fechar o local, a operação de desumidificação é ativada preferivelmente primeiro de forma constante e contínua. A bomba de calor converte o calor latente do ar em calor sensível e adiciona energia ao ar que aproximadamente se iguala à energia elétrica investida na operação do ciclo de resfriamento. A operação de aquecimento pode ser ativada de forma variada, conforme a exigência das

condições ambientais, do isolamento térmico do local fechado e das condições desejadas em seu interior.

[00064] As operações descritas acima podem ser monitoradas a fim de obter a as condições de temperatura e umidade desejadas. Especificamente, a desumidificação é preferível de acordo com a umidade relativa, e o processo de aquecimento é preferível de acordo com a temperatura do ar. Quando as condições desejadas forem constantes, o fluxo evaporativo é geralmente constante e, portanto, o método pode ser executado continuamente e sob uma carga constante.

[00065] Um Coeficiente de Desempenho (COP) típico do ciclo básico de desumidificação das presentes aplicações descritas acima é, sem limitação, de aproximadamente 5 a aproximadamente 12.

[00066] A FIG. 3 é uma ilustração esquemática de uma aplicação 300 com um interior 302 no qual o método, de acordo com algumas aplicações da presente invenção, é empregado. O método pode ser executado por um dispositivo 304 que compreende uma entrada de ar geralmente mostrada como 306. A entrada 306 é constituída pela coleta de ar 308 de uma parte inferior 310 do interior 302. O dispositivo 304 compreende ainda uma unidade de desumidificação 312 para desumidificar o ar coletado, e uma saída de ar 314 constituída pela liberação do ar desumidificado 330 em uma parte superior 318 do interior 302. Opcionalmente, e preferivelmente, a unidade de desumidificação 312 é uma unidade de desumidificação e de aquecimento que aquece o ar subsequentemente à desumidificação conforme detalhado adicionalmente aqui. O dispositivo 304 pode ser posicionado na parte superior 318 e configurado para gerar fluxo de ar da parte inferior 310 geralmente para cima, por

exemplo, gerando pressão na entrada 306) de forma a permitir a coleta de ar 308. Alternativamente, o dispositivo 304 pode estendido sobre amplas as porções do interior 302 de forma que a entrada 306 esteja na parte inferior 310 e a saída 314 esteja na parte superior 318.

[00067] Na ilustração esquemática da FIG. 3 o local fechado 300 é apresentado como uma estufa para o cultivo de plantas 12. Nessa aplicação, a parte inferior 310 é preferivelmente definida como a parte que está abaixo do nível médio da folhagem das plantas 12, e a parte superior 318 é preferivelmente definida como a parte que está acima do nível máximo da folhagem das plantas 12. Os níveis médio e máximo da folhagem são apresentados na FIG. 3 como as linhas pontilhadas 320 e 322, respectivamente.

[00068] As paredes do local fechado 300 são, preferivelmente, desenhadas e construídas de forma a reduzir ou a prevenir perdas térmicas, conforme detalhado adicionalmente acima. Em diversas aplicações exemplares da invenção, as paredes são desprovidas de aberturas, ou são formadas com aberturas que podem ser fechadas (não mostradas). As paredes laterais 324 e/ou a parede superior 326 são, preferivelmente vedadas para prevenir a penetração de ar. As paredes laterais 324 e/ou a parede superior 326 também são feitas de um material termicamente isolante. Adicionalmente ou alternativamente, as paredes laterais 324 e ou a parede superior 326 são opacas para a radiação térmica. Em diversas aplicações exemplares da invenção, o local fechado 300 compreende uma tela térmica 328 para melhorar o isolamento do interior 302 em relação ao meio ambiente. A tela 328 é preferivelmente opaca à radiação térmica. Em algumas aplicações

da presente invenção, a tela térmica é termicamente refletora de forma a refletir a radiação térmica de volta para o interior 302, conforme detalhado adicionalmente acima. Por exemplo, o interior 302 pode ser revestido por uma estrutura de parede dupla, por exemplo, inflada, vedada tendo uma tela termicamente refletora 328 anexa ou integrada com a superfície da estrutura que reveste o interior 302. Avalia-se que tal construção seja contrária à tendência tradicional no campo das construções de estugas, onde uma tela permeável ou semipermeável é empregada conforme detalhado adicionalmente acima.

[00069] Em diversas aplicações exemplares da invenção, pelo menos uma das paredes do local fechado, preferivelmente a maioria ou todas as paredes devem transmitir a luz do sol de forma a permitir que a luz do sol dirigida para dentro penetre nas paredes.

[00070] A distribuição de ar no interior 302 de acordo com algumas aplicações da presente invenção é ilustrada na FIG. 3 por setas grossas. O ar desumidificado e opcionalmente aquecido é representado por setas vazadas 330. Conforme apresentado, o ar 330 é expelido através da saída 314 em direção à tela 328, e, então, refletido em direção às plantas 12 na parte inferior do local fechado. Nesse arranjo, o ar 330 previne ou, pelo menos, reduz o acúmulo de água condensada na face interior da tela 328. Dessa forma, a umidade na parte superior 318 do interior é relativamente baixa.

[00071] Embora fluindo nas proxi-midades da tela 328, o ar transmite calor para a tela 328, resfria e começa a descer, criando espaço para mais ar morno da saída 314. O ar parcialmente resfriado é representado por setas pretas 332. A temperatura do ar na saída 314 é preferivelmente

selecionada acima da temperatura desejada na parte intermediária do interior de forma que o processo de resfriamento parcial faz com que o ar atinja a temperatura desejada. Por exemplo, quando a área fechada for uma estufa para cultivo de plantas, a temperatura do ar 332 no nível médio da folhagem 320 pode ser de aproximadamente 17-19° C, e a temperatura do ar 330 na saída 314 é acima de 20° C. Como o ar 330 vem de uma região na qual a umidade é relativamente baixa, o ar 330 previne ou reduz o acúmulo de água condensada na folhagem das plantas 12. Enquanto passa pela folhagem, o ar 330 coleta vapor d'água (calor latente) e fornece calor sensível. Dessa forma, o ar 330 está sendo resfriado. O processo de resfriamento do ar continua enquanto o ar continua a descer. O ar frio na parte inferior 310 é representado por setas padronizadas 308.

[00072] Como a entrada 306 gera, em suas proximidades, fluxo de ar da parte inferior 310 para cima, ocorre a circulação, onde em locais relativamente distantes do dispositivo 304 o ar 308 da parte inferior flui em direção ao dispositivo 304. Outra contribuição para a circulação é o fluxo de ar 314 através da saída 314 para fora do dispositivo 304. Como o ar 308 é mais frio do que o ar 332, o movimento do ar 308 ocorre principalmente ao longo da direção horizontal, principalmente em regiões que são relativamente distantes do dispositivo 304. Por sua vez, o ar 332 continua seu resfriamento e movimento de descida.

[00073] AS FIGS. 4A-B mostram a distribuição da velocidade (FIG. 4A) e a distribuição da temperatura (FIG. 4B) obtidas por simulações em computador realizadas pelos inventores da presente invenção. Nas FIGS. 4A-B, as linhas

vermelhas correspondem a temperatura e velocidade maiores, e as linhas verdes correspondem a temperatura e velocidade menores. Conforme mostra a FIG. 4B, a temperatura do ar na parte inferior é menor do que a temperatura do ar na parte superior. Um efeito semelhante é apresentado na FIG. 4A, a velocidade do ar na parte inferior é, geralmente, menor do que a velocidade do ar na parte superior.

[00074] A construção do dispositivo 304, de acordo com algumas aplicações da presente invenção é ilustrada nas FIGS. 5A-G.

[00075] O dispositivo 304 compreende, preferivelmente, um compartimento 304, tendo uma seção de entrada que se abre para fora 342 em uma extremidade (na extremidade inferior), e uma seção de saída que se abre para fora 344 na extremidade oposta, e uma garganta relativamente estreita 346 interconectando as extremidades de entrada e de saída. Em algumas aplicações da presente invenção, é utilizado um compartimento comum, onde todos os elementos do dispositivo 304 ficam dentro do mesmo compartimento. Em outras aplicações, mais de um compartimento é utilizado, por exemplo, uma unidade de desumidificação pode ser introduzida em um compartimento e uma unidade de aquecimento pode ser introduzida em outro compartimento. Também são consideradas as configurações nas quais a seção de entrada que se abre para fora 342 fica em um compartimento e uma seção de saída que se abre para fora 344 fica em outro compartimento.

[00076] Essa configuração de compartimento pode ser produzida apresentando-se um compartimento que tenha uma extremidade inferior de formato geralmente cilíndrico para definir a seção de entrada 342, e estreitando para um diâmetro

pequeno em uma porção intermediária para definir a garganta 346 e, então, diminuindo para um diâmetro levemente maior em direção à extremidade superior para definir a seção de saída 344; e apresentando-se um defletor cônico 348 em sua extremidade inferior, e outro defletor cônico menor em sua parte superior. A seção de entrada 342 admite o ar 308 do interior do local fechado, enquanto que a seção de saída 344 retorna o ar para o local fechado depois que o ar que passa pelo compartimento tiver sido tratado por diversos dispositivos dentro do compartimento a fim de controlar sua condição como temperatura e umidade.

[00077] A seção de entrada que se abre para fora 342 do compartimento 340 abriga a unidade de desumidificação 312. Nas diversas aplicações exemplares da invenção, a unidade 312 compreende um evaporador 350 e um condensador 352. O evaporador 350 e o condensador 352 constitui uma bomba de calor incluindo um líquido refrigerante (não mostrado) circulado através de uma válvula de expansão 345 para reduzir a pressão do líquido refrigerante, e um compressor 356, acionado por um motor externo (não mostrado), para pressurizar o líquido refrigerante alimentado no condensador 352. O evaporador 350 é, assim, eficaz para receber o ar que entra do local fechado através da seção de entrada 342, para resfriar o ar que entrou, e para promover a condensação da água, conforme detalhado adicionalmente acima. Finalmente, a parte do vapor d'água condensa na superfície externa do evaporador 350 para drenagem, através do dreno de saída 358, do compartimento 340 e, opcionalmente, também do local fechado 300 (não mostrado, veja a FIG. 3). O condensador 352 é eficaz para receber o ar resfriado e desumidificado 360 do evaporador 350 para reaquecer

o ar conforme detalhado adicionalmente acima. O ar desumidificado que sai do condensador 352 é mostrado no 364.

[00078] O fluxo de ar do evaporador 350 para o condensador 352 e o fluxo de ar que sai do condensador 352 não são necessariamente os mesmos. AS FIGS. 5A e 5B ilustram aplicações nas quais substancialmente todo o ar coletado 308 passa primeiro no evaporador 350 e depois passa no condensador 352. Isso corresponde às aplicações nas quais o fluxo de ar do evaporador 350 é substancialmente o mesmo que o fluxo de ar do condensador 352. A FIG. 5C ilustra uma aplicação na qual parte do ar 308 passa no evaporador 350 e, então, no condensador 352, enquanto outra parte do ar 308 passa no condensador 352 enquanto desvia do evaporador 350. Isso corresponde às aplicações nas quais o fluxo de ar do evaporador 350 é diferente do fluxo de ar do condensador 352. Uma análise de gráfico psicrométrico pode ser utilizado para selecionar a relação entre os fluxos de ar no evaporador 350 e no condensador 352 de forma a otimizar o desempenho do dispositivo 304 de acordo com o nível de desumidificação desejado. O ar desumidificado pode ser bombeado por um ventilador 362 acionado por um motor 366 para liberar o ar através da seção de saída 344. O ventilador 362 pode ser posicionado na garganta 346 do compartimento 340.

[00079] Em diversas aplicações exemplares da invenção, o dispositivo 304 compreende um trocador de calor 368 para aquecimento adicional do ar antes de retornar para o local fechado através da saída do compartimento 344. O trocador de calor 368 pode ser posicionado na seção da garganta 346, conforme ilustrado nas FIGS. 5A, 5C e 5D, ou pode ser posicionado na seção de entrada 342 adjacente ao condensador

352 conforme ilustra a FIG. 5B. Quando o trocador de calor 368 é posicionado na seção da garganta 346, o ventilador 362 recebe o ar pré-aquecido, mas desumidificado, que sai do condensador 352, e o sopra do ventilador na direção do trocador de calor 368. Quando o trocador de calor 368 é posicionado na seção de entrada 342, o ventilador 362 recebe o ar desumidificado e aquecido que sai do trocador de calor 368 e sopra o ar através da saída 314. Também são consideradas as aplicações nas quais diversos trocadores de calor 368 são utilizados, por exemplo, um posicionado na seção da garganta 346 e o outro na seção de entrada 342.

[00080] Qualquer fonte de calor pode ser utilizada para o trocador de calor 368. Em algumas aplicações da presente invenção, o trocador de calor 368 é um trocador de calor do tipo líquido que está em comunicação com linhas de líquidos. O líquido quente que entra no trocador de calor 368 a partir de uma linha de entrada 370 aquece o trocador de calor 368 que, por sua vez, aquece o ar que passa por ele. O líquido resfriado é evacuado por uma linha de saída 372. Outros tipos de trocadores de calor não são excluídos do escopo da presente invenção.

[00081] O evaporador 350 e o condensador 352 podem ser de configuração circular ou toroidal coaxiais um ao outro. Quando o trocador de calor 368 é adjacente ao condensador 352, este pode ser de configuração circular ou toroidal coaxial com o evaporador 350 e o condensador 352. Quando o trocador de calor 368 é posicionado na seção da garganta 346, este é preferivelmente coaxial com o eixo do compartimento 360.

[00082] A FIG. 5D ilustra uma configuração na qual o líquido refrigerante que sai do condensador 352 é resfriado adicionalmente pelo ar resfriado e desumidificado 360 entre o evaporador 350 e o condensador 352. Nessa configuração, um subcircuito refrigerante 374 pode ser posicionado entre o evaporador 350 e o condensador 352 no caminho do fluxo de ar 360. O líquido refrigerante pode fluir do condensador 352, através do subcircuito 374 e para o evaporador 350, de forma que o ar 360 resfrie o líquido refrigerante antes de sua entrada na válvula de expansão 345 e no evaporador 350. A vantagem dessa aplicação é que ela aumenta o Coeficiente de Desempenho sem aumentar a diferença de temperatura caracterizando o ciclo térmico.

[00083] A FIG. 5E ilustra uma configuração na qual o ar coletado 308 do local fechado é pré-refrigerado pelo ar resfriado e desumidificado 360 entre o evaporador 350 e o condensador 352. O dispositivo ilustrado na FIG. 5E é basicamente o mesmo descrito acima e, portanto, foram utilizadas as mesmas referências numéricas para identificar as partes correspondentes. Ainda, para esclarecer a apresentação, diversas partes foram omitidas da ilustração da FIG. 5E. A modificação é a localização da entrada 306 na parte inferior da seção de entrada 342 e a adição de um trocador de calor ar-ar 354 entre o evaporador 350 e o condensador 352. Outra modificação apresentada na FIG. 5E é a colocação de um caminho de fluxo de ar 276 para conduzir o ar 308 através dele. O trocador de calor ar-ar 354 é eficiente para pré-resfriar o ar que entra no dispositivo a partir do local fechado através do ar resfriado que sai do evaporador 350. O caminho 276 começa na entrada 306, passa no trocador 354 e continua no lado oposto

do evaporador 350 (fora do condensador 352). Como o caminho 276 intercepta o caminho do fluxo de ar 360, o ar coletado 308 que flui no caminho 276 interage com o ar 360 antes que este interaja com o evaporador 250. Dessa forma, o ar coletado é pré-refrigerado pelo ar 360. A vantagem dessa aplicação é que ela aumenta a eficácia do processo de desumidificação.

[00084] AS FIGS. 5F-G ilustram uma configuração na qual o ar 364 (o ar desumidificado que sai do condensador 352) se mistura com o ar 378 do interior do local fechado. A mistura 380 de ar 364 com o ar 378 passa no trocador de calor 368 para aquecer e a mistura aquecida 382 é liberada para fora do dispositivo 304 através da saída 314. A FIG. 5F ilustra uma aplicação na qual o ar 380 é aquecido pelo trocador de calor 368 e continua a fluir dentro da seção de saída que se abre para fora 344 ante de retornar para o local fechado através da saída 314, e a FIG. 5G ilustra uma aplicação na qual o trocador de calor 368 é posicionado na saída 314.

[00085] Em aplicações nas quais o ar 364 é misturado com o ar 378 (como aquelas ilustradas nas FIGS. 5F-G), o dispositivo 304 compreende, preferivelmente, uma entrada de ar adicional 306' através da qual o ar 378 do local fechado entra. A sucção de ar 378 para o caminho de fluxo de ar 364 e a mistura entre o ar 364 e o ar 378 podem ser facilitadas por meio de um ventilador adicional 362' que pode ser derivado de um motor adicional 366'. Nessa aplicação, a entrada de ar adicional 306' está entre o ventilador 362 e o ventilador 362'. A vantagem de misturar o ar 364 com o ar 378 antes do aquecimento é que essa configuração permite o controle sobre a diferença de temperatura entre o ar liberado 382 e o ar no local fechado nas proximidades da saída 314. Esse controle

previne a formação de uma região de alta temperatura próxima do dispositivo 304 e permite uma melhor distribuição de temperatura dentro do local fechado.

[00086] Diversos dispositivos podem ser posicionados em um local fechado de forma a aumentar a eficácia sobre a qual a condição do ar é eficientemente controlada. A FIG. 6 é uma ilustração esquemática de uma vista de cima de um local fechado 300 em que diversos dispositivos 304 semelhantes são posicionados no interior do local fechado. A FIG. 6 mostra diversos dispositivos 304, linhas de entrada de líquidos 370 para entrega de energia térmica nos trocadores de calor (não mostrado, veja as FIGS. 5A-E) do dispositivo 304, linhas de saída de líquido 372 para devolver o líquido resfriado dos trocadores de calor, e linhas de força 278 para fornecer energia ao dispositivo 304 (por exemplo, para ativar o compressor 356 e outros dispositivos). Um sistema combinado de calor e energia 280, que pode ser posicionado próximo do local fechado 300 controla o fornecimento de energia e calor para as linhas de líquidos e de energia.

[00087] Estima-se que esse método, dispositivo e sistema das presentes aplicações também possa ser utilizado com relação a outros tipos de locais fechados, com estruturas prediais, salas em estruturas prediais, etc., ocupados por humanos ou animais. Nessas aplicações, pode ser desejável dirigir o ar aquecido e desumidificado que sai do sistema de saída de ar em direção à parte inferior do local fechado de forma que o ar flua para cima (ao invés de fluir para baixo como na FIG. 3) a fim de maximizar a secagem da porção inferior do local fechado ocupado por humanos ou animais.

[00088] Espera-se que durante a vida de uma patente que amadureça a partir dessa solicitação muitas tecnologias relevantes de desumidificação se desenvolvam e que o escopo do termo unidade de desumidificação possa incluir todas essas novas tecnologias a priori.

[00089] Conforme utilizado aqui, o termo "aproximadamente" refere-se a $\pm 10\%$.

[00090] Os termos "compreende", "compreendendo", "inclui", "incluindo", "tendo" e suas formas conjugadas significam "incluindo, mas não se limitando a".

[00091] O termo "consistindo de" significa "incluindo e limitando-se a".

[00092] O termo "consistindo essencialmente de" significa que a composição, o método ou estrutura podem incluir ingredientes, etapas e/ou partes adicionais, mas apenas se os ingredientes, etapas e/ou parte adicionais não alterarem materialmente as características básicas e novas da composição, método ou estrutura reivindicada.

[00093] Da forma utilizada aqui, a forma singular "um", "uma" e "o/a" inclui referências de plural a menos que o contexto imponha claramente o contrário. Por exemplo, o termo "um composto" ou "pelo menos um composto" pode incluir uma pluralidade de compostos, incluindo as misturas deles.

[00094] Ao longo dessa solicitação, várias aplicações dessas invenções podem ser apresentadas em formato variado. Deve-se compreender que a descrição no formato variado é simplesmente para conveniência e brevidade e não deve ser interpretada como uma limitação inflexível do escopo da invenção. Conseqüentemente, deve-se considerar que a descrição

de uma variação deve ter revelado especificamente todas as subvariações possíveis, bem como os valores numéricos individuais dentro daquela variação. Por exemplo, deve-se considerar que a descrição de uma variação como a de 1 a 6 tenha revelado especificamente subvariações como as de 1 a 3, de 1 a 4, de 1 a 5, de 2 a 4, de 2 a 6, de 3 a 6 etc., bem como números individuais dentro daquela variação, por exemplo, 1, 2, 3, 4, 5, e 6. Isso se aplica independente da amplitude da variação.

[00095] Sempre que uma variação numérica for indicada aqui, significa que inclui qualquer numeral mencionado (fracionado ou integral) dentro da variação indicada. As frases "variando/varia entre", uma primeira indica o número e uma segunda indica o número e "variando/varia de" uma primeira indica o número "para" uma segunda indica o número, são utilizadas aqui intercambiavelmente e significam que incluem o primeiro e o segundo números indicados e todos os numerais fracionados ou integrais deles.

[00096] Estima-se que determinadas características da invenção, que são, para efeito de esclarecimento, descritas no contexto de aplicações separadas, também possam ser apresentadas em combinação em uma única aplicação. Inversamente, diversas características da invenção, que são, para brevidade, descritas no contexto de uma única aplicação, também podem ser apresentadas separadamente ou em qualquer subcombinação adequada ou de forma adequada em qualquer outra aplicação descrita da invenção. Determinadas características descritas no contexto de diversas aplicações não devem ser consideradas características essenciais daquelas

aplicações, a menos que a aplicação não seja funcional sem aqueles elementos.

[00097] Diversas aplicações e aspectos da presente invenção, conforme descritos acima e reivindicados na seção de reivindicações abaixo encontram suporte experimental nos exemplos a seguir.

EXEMPLO

[00098] Agora, faz-se referência aos exemplos a seguir que, juntamente com as descrições acima, ilustram algumas aplicações da invenção de forma não limitante.

[00099] Cálculos econômicos das aplicações nas quais o local fechado seja uma estufa foram realizados pelo presente Inventor com base nas suposições a seguir:

- Um dispositivo por 1000 m² de área de estufa.
- Condições desejada em uma estufa, aproximadamente 18° C e umidade relativa de aproximadamente 80%.
- Fluxo de transpiração da planta: aproximadamente 40 g/m² por hora.
- Custo do combustível: aproximadamente 600 dólares por tonelada.
- Custo da energia: aproximadamente 0,1 dólar por kWh.
- Coeficiente de Desempenho (COP) do ciclo de desumidificação: aproximadamente 6.

[000100] Evitar a substituição do ar para remover o excesso de umidade, de acordo com as aplicações preferidas da presente invenção, equivale a aproximadamente a 6 l/h por 1000 m² de estufa, que é de aproximadamente 8,7 toneladas de combustível por temporada (1440 horas) sob condições semiáridas, por investimento de energia elétrica de

14.400 kWh, que é equivalente a um gasto adicional com aquecimento de 1,5 tonelada de combustível.

[000101] O número de anual de horas de aquecimento pode variar no mundo, dentro da variação de 1000 (áreas quentes) a 3000 (áreas frias).

[000102] Além disso, em algumas aplicações da presente invenção, há uma diminuição significativa das emissões de gás (CO₂) da estufa: para cada tonelada de combustível economizada, evita-se a emissão de 3 toneladas de gases de efeito estufa.

[000103] A contribuição da técnica, de acordo com algumas aplicações da presente invenção, para condições israelenses, foi estimada pela comparação entre uma estufa de controle na qual as condições desejadas (sem umedecimento) são mantidas por meio de aquecimento e ventilação noturna, e uma estufa na qual a técnica das presentes aplicações é utilizada. A estimativa foi feita para duas telas térmicas que permitem uma economia de energia de 40 e 60% (chamadas aqui de unidade I e unidade II, respectivamente). Os resultados estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1

	Consumo de combustível (toneladas por temporada)	Consumo adicional de eletricidade (kWh por temporada)	Consumo de combustível (%)
Controle	20-24	0	100
Unidade I	6-9	14400	25-45
Unidade II	3,5-5	14000	15-25

[000104] Embora a invenção tenha sido descrita em conjunto em aplicações específicas dela, é evidente que muitas alternativas, modificações e variações serão aparentes para aqueles que tenham habilidade na técnica. Consequentemente, ela pretende envolver todas as alternativas,

modificações e variações que estejam dentro do espírito e do amplo escopo das reivindicações anexas.

[000105] Todas as publicações, patentes e solicitações de patentes mencionadas nessa especificação estão incorporadas aqui na íntegra por referência na especificação, como se cada publicação, patente ou solicitação de patente individual fosse específica e individualmente indicada para ser incorporada aqui como referência. Além disso, a citação ou identificação de qualquer referência nessa solicitação não deve ser interpretada como uma admissão de que tal referência esteja disponível antes da técnica da presente invenção. Na extensão de que os títulos da seção sejam utilizados, eles não devem ser interpretados com necessariamente limitantes.

REIVINDICAÇÕES

1. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", caracterizado por consistir da coleta (103) de ar de uma parte inferior (310) do interior (302) abaixo do nível médio de folhagem (320) das plantas (12), a desumidificação (104) do referido ar coletado (308), a liberação (106) do referido ar desumidificado em uma parte superior (318) do interior e a circulação (107) do referido ar desumidificado dentro do recinto da estufa (300) nas proximidades da folhagem das plantas (12), o método (100) sendo substancialmente executado sem a substituição do ar no interior (302) da estufa com ar do exterior da estufa, controlando, assim, as condições do ar no interior (302) do recinto da estufa (300).

2. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por consistir, ainda, da redução ou a prevenção (101) do transporte de energia térmica através de uma parede superior (326) do recinto da estufa (300).

3. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 2, caracterizado por a referida redução ou prevenção consistir da redução ou prevenção (101) do transporte da referida energia térmica por convecção.

4. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações 2 e 3, caracterizado por a referida redução ou prevenção (101) consistir da redução ou prevenção do transporte da referida

energia térmica por condução.

5. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2-4, caracterizado por a referida redução ou prevenção (101) consistir da redução ou prevenção do transporte da referida energia térmica por radiação.

6. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 2-5, caracterizado por consistir, ainda, da reflexão (102) da radiação térmica para fora de uma tela térmica que reveste o referido interior (302) abaixo da referida parede superior (326).

7. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-6, caracterizado por consistir, ainda, do aquecimento (105) do referido ar desumidificado antes da referida liberação (106) do referido ar na referida parte superior (318) do interior.

8. "MÉTODO DE CONTROLE DAS CONDIÇÕES DO AR NO INTERIOR DE UM RECINTO DE ESTUFA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1-7, caracterizado por a referida desumidificação (104) consistir no uso de uma unidade de desumidificação (312) circulando nela um líquido refrigerante, a referida unidade tendo um evaporador (350), no qual o referido líquido refrigerante é evaporado, e um condensador (352), no qual o referido líquido refrigerante é condensado, em que o referido ar é resfriado e desumidificado pelo referido evaporador (350) e aquecido pelo referido

condensador (352).

9. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", tendo: um recinto de estufa (300), tendo um interior (302) geralmente isolado do ambiente, de modo a substancialmente evitar a troca de ar entre o referido interior (302) e o referido ambiente; e caracterizado por ter, um dispositivo (304) posicionado dentro do referido interior (302) e configurado para controlar as condições do ar no referido interior (302), enquanto a referida troca é substancialmente evitada, o referido dispositivo (304) tendo uma entrada de ar (306) constituída para coleta de ar de uma parte inferior (310) do interior (302) abaixo do nível médio de folhagem (320) das plantas (12), uma unidade de desumidificação (312) para desumidificar o referido ar coletado (308) e uma saída de ar (314) constituída para liberação do referido ar desumidificado em uma parte superior (318) do interior (302) e a circulação do referido ar desumidificado dentro do recinto da estufa (300) nas proximidades da folhagem das plantas (12).

10. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 9, caracterizado por ter uma pluralidade de dispositivos (304) para controle das condições de ar no referido interior (302), onde o referido dispositivo (304) é posicionado dentro do referido interior (302).

11. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações 9 e 10, caracterizado por o referido dispositivo (304) ser posicionado na referida parte superior (318) do referido interior.

12. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-11, caracterizado por o referido recinto de estufa (300) ter uma

tela térmica (328) revestindo o referido recinto de estufa (300) e sendo constituída para reduzir ou prevenir o transporte de energia térmica através da referida tela térmica (328).

13. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 12, caracterizado por a referida tela térmica (328) ser feita de material termicamente isolante, de forma a reduzir ou prevenir o transporte da energia térmica por condução.

14. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações 12 e 13, caracterizado por a referida tela térmica (328) ser opaca à radiação térmica, de forma a reduzir ou prevenir o transporte da referida energia térmica por radiação.

15. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 12-14, caracterizado por a referida tela térmica (328) ser termicamente refletora, de forma a refletir a radiação térmica.

16. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 10-15, caracterizado por ter, ainda, um gerador elétrico posicionado nas proximidades ou no interior (302) do recinto de estufa (300), onde o calor produzido pelo referido gerador ser utilizado para aquecer o ar no referido interior (302).

17. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 16, caracterizado por o referido gerador produzir dióxido de carbono e em que, pelo menos, uma porção do referido dióxido de carbono é liberada no referido interior (302).

18. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-17,

caracterizado por o interior (302) ser desprovido de fontes de calor na referida parte inferior (310).

19. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-18, caracterizado por o referido ar ser coletado e liberado, de forma a manter, em todos os momentos, uma temperatura média que seja menor na referida parte inferior (310) do que na parte superior (318).

20. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-19, caracterizado por na referida unidade de desumidificação (312) circular um líquido refrigerante e ter um evaporador (350), no qual o referido líquido refrigerante é evaporado, e um condensador (352), no qual o referido líquido refrigerante é condensado, em que o referido ar coletado (308) é resfriado e desumidificado pelo referido evaporador (350) e em que o referido ar desumidificado e resfriado é aquecido pelo referido condensador (352).

21. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por a referida unidade de desumidificação (312) ser uma unidade de aquecimento e desumidificação (312) que tem um trocador de calor (368) para aquecimento do referido ar desumidificado antes da referida liberação do referido ar na referida parte superior (318) do interior.

22. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o referido trocador de calor (368) ser um trocador de calor (368) do tipo líquido.

23. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS",

de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-21, caracterizado por a referida unidade de desumidificação (312) ser alojada dentro de um compartimento comum.

24. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-22, caracterizado por o referido ar ser circulado no interior (302) do recinto da estufa (300) através da referida unidade de desumidificação (312) por meio de um ventilador (362) posicionado na referida unidade (312).

25. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por a referida unidade de desumidificação (312) ser alojada em um compartimento (340) que tenha uma entrada que se abre para fora (342), uma saída que se abre para fora (344), e uma garganta de interconexão relativamente estreita (346), a referida entrada que se abre para fora (342) alojando o referido evaporador (350) e o referido condensador e a referida garganta estreita (346) alojando o referido ventilador.

26. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o referido ar ser circulado no interior (302) do recinto da estufa (300) através da referida unidade de aquecimento e desumidificação (312) por meio de um ventilador (362) posicionado na referida unidade (312).

27. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o referido ventilador (362) ser posicionado para receber o ar que flui do referido trocador de calor (368) e soprar o referido ar através da referida saída de ar (314).

28. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS",

de acordo com a reivindicação 21, caracterizado por o referido ventilador (362) ser interposto entre o referido condensador (352) e o referido trocador de calor (368), de forma que o referido ventilador (362) receba o ar que flui do referido condensador (352) e o referido trocador de calor (368) receba o ar que flui do referido ventilador (362).

29. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 20-22 e 26-28, caracterizado por um líquido refrigerante que flui do referido condensador (352) ser resfriado adicionalmente pelo ar entre o referido evaporador (350) e o referido condensador (352).

30. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 20-22 e 26-28, caracterizado por o ar do recinto de estufa (300) que entra no referido evaporador (350) ser pré-refrigerado pelo ar entre o referido evaporador (350) e o referido condensador (352).

31. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações 21, 22 e 26-28, caracterizado por o referido ar desumidificado ser misturado com o ar do recinto de estufa (300) para fornecer uma mistura e em que a referida mistura é aquecida pelo referido trocador de calor (368).

32. "SISTEMA DESTINADO AO CULTIVO DE PLANTAS", de acordo com qualquer uma das reivindicações de 9-31, caracterizado por a referida circulação ocorrer de tal forma a estabelecer o movimento de ar quente principalmente ao longo da direção horizontal na referida parte superior (318) e o ar frio principalmente ao longo da referida direção horizontal na referida parte inferior (310).

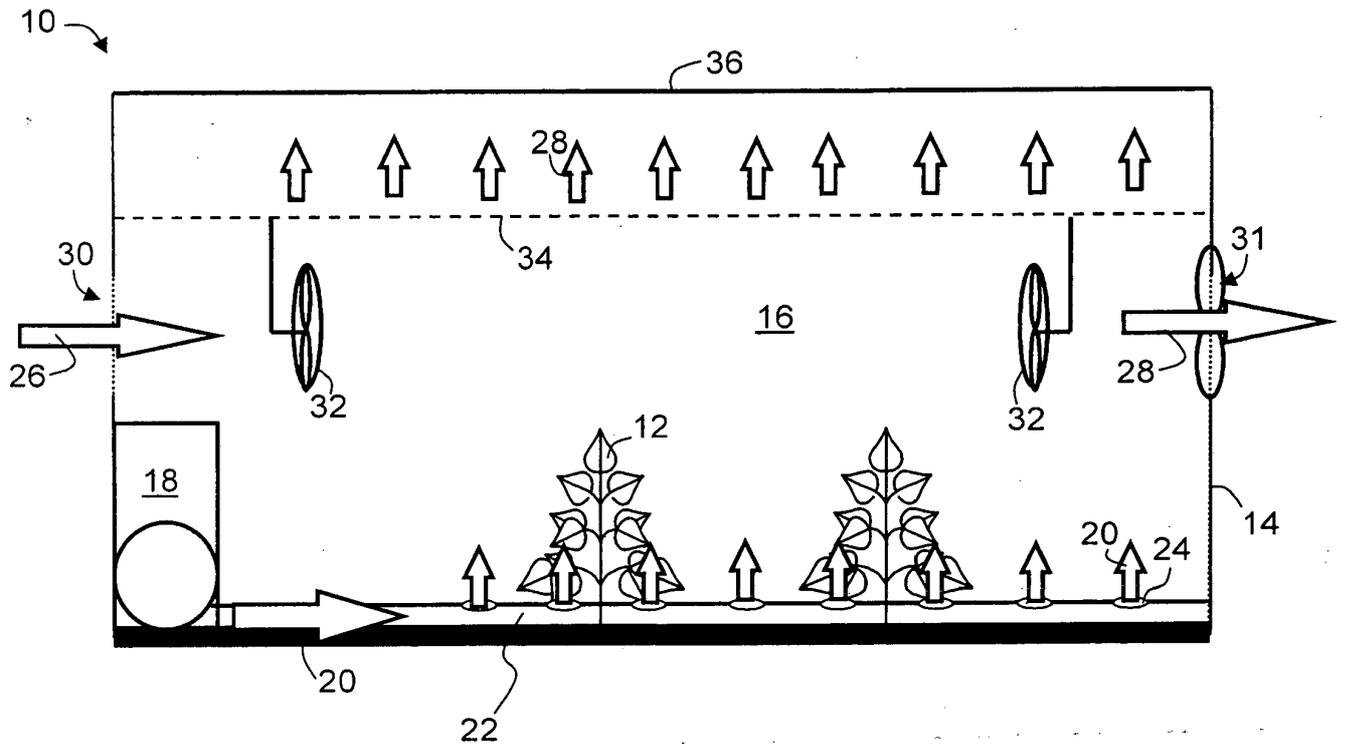


FIG. 1

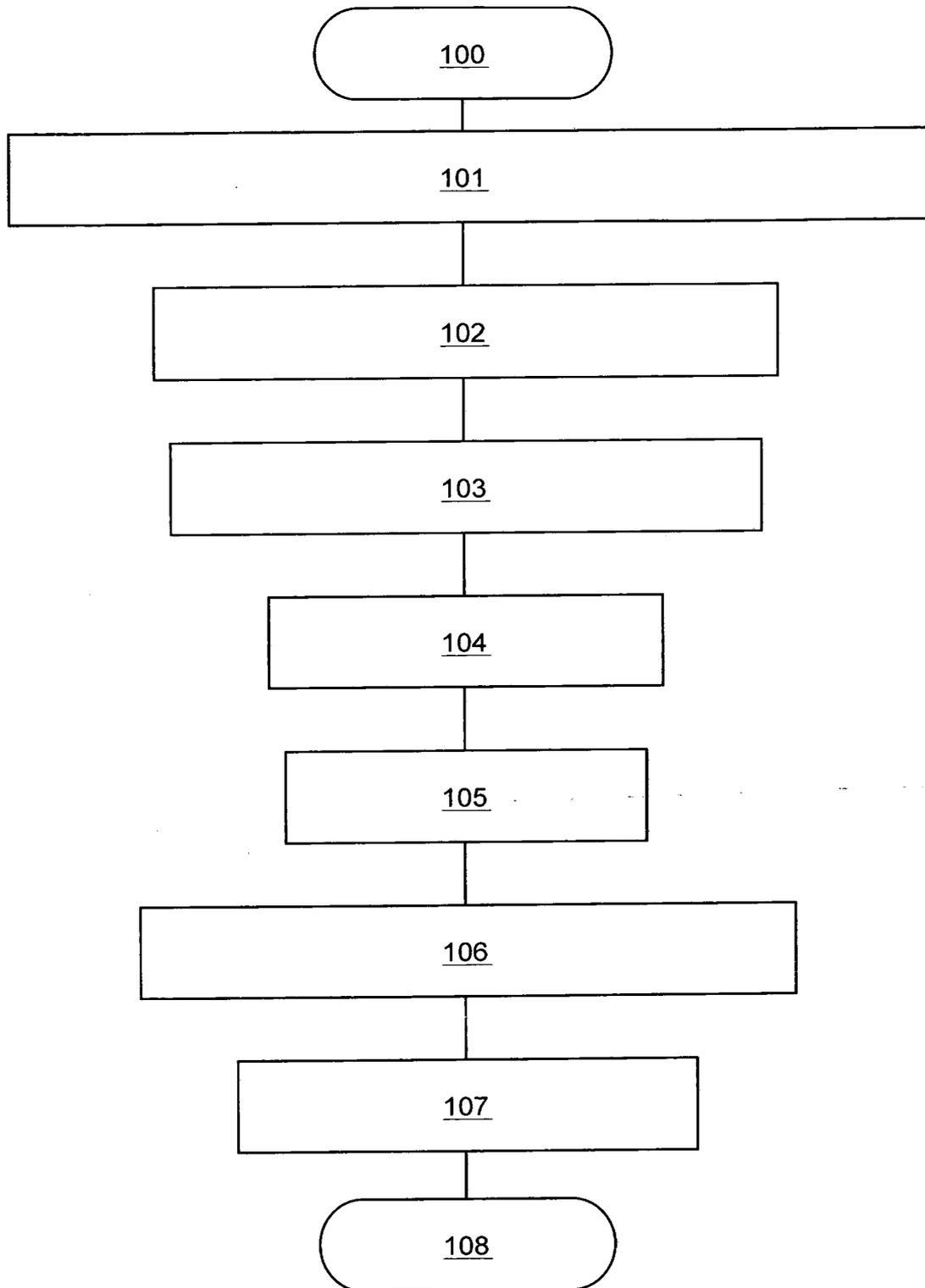


FIG.2

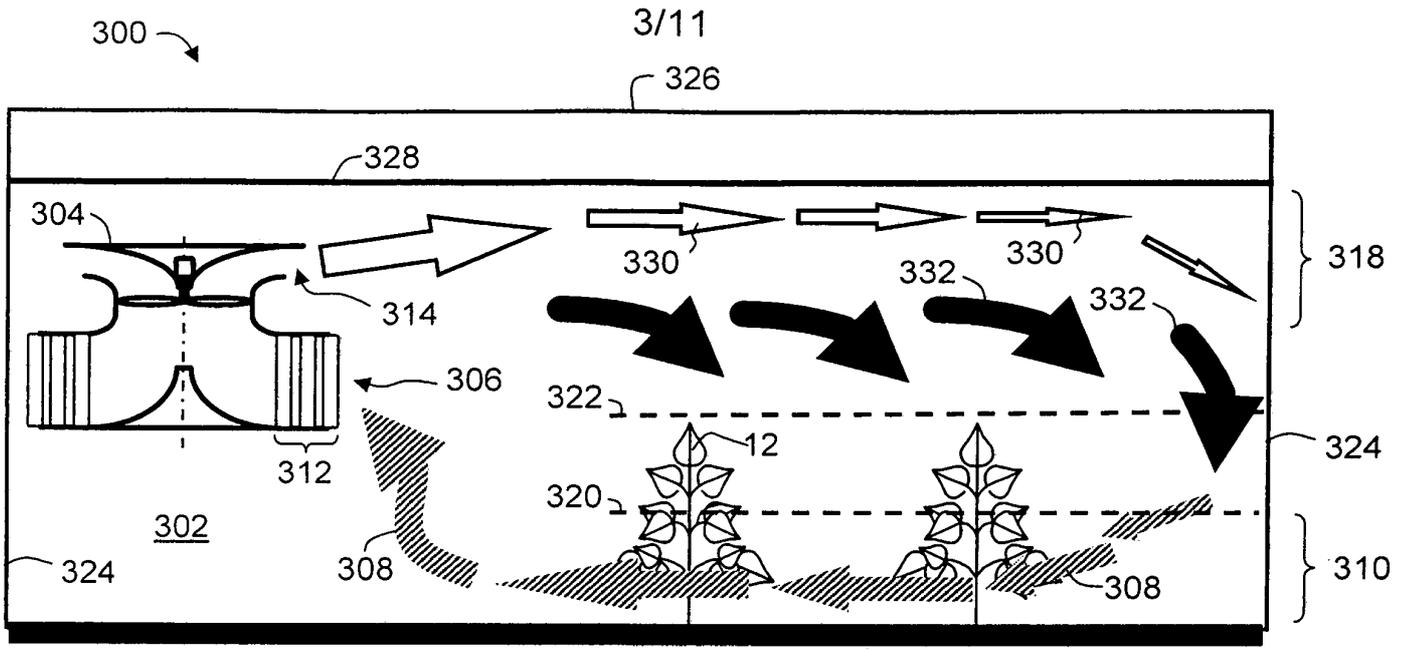


FIG. 3

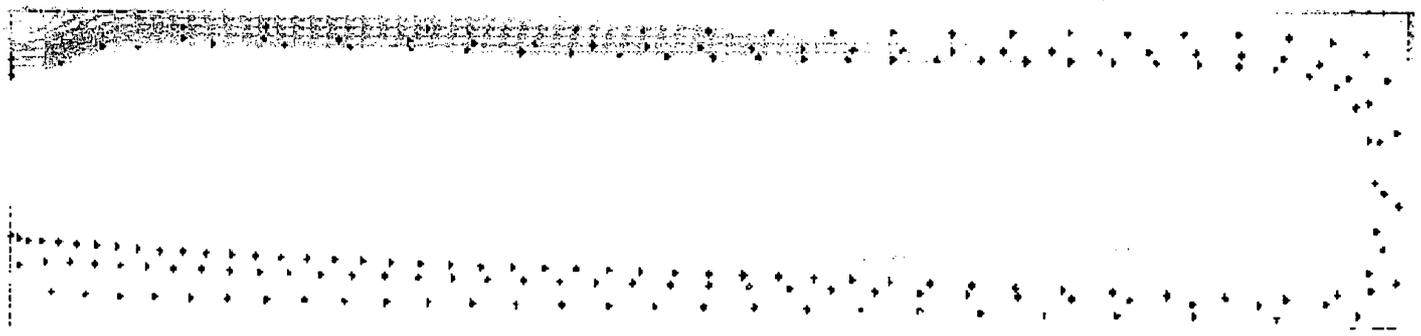


FIG. 4A

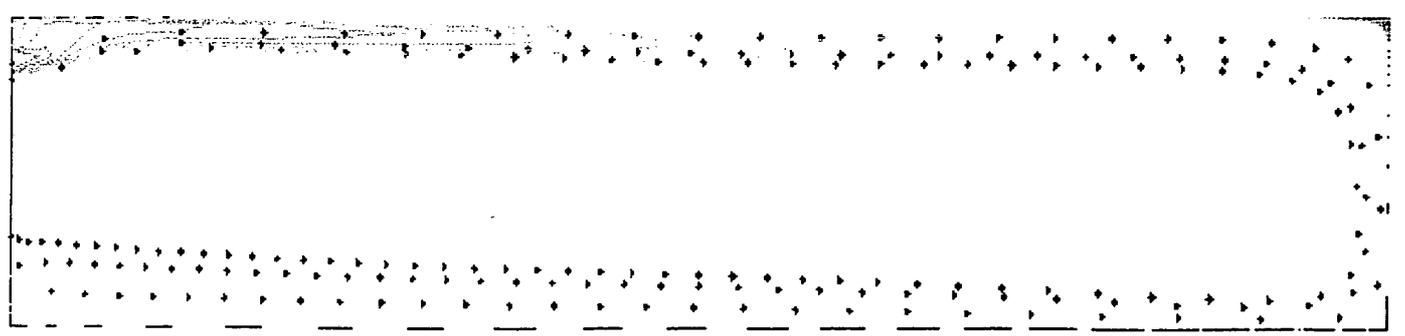


FIG. 4B

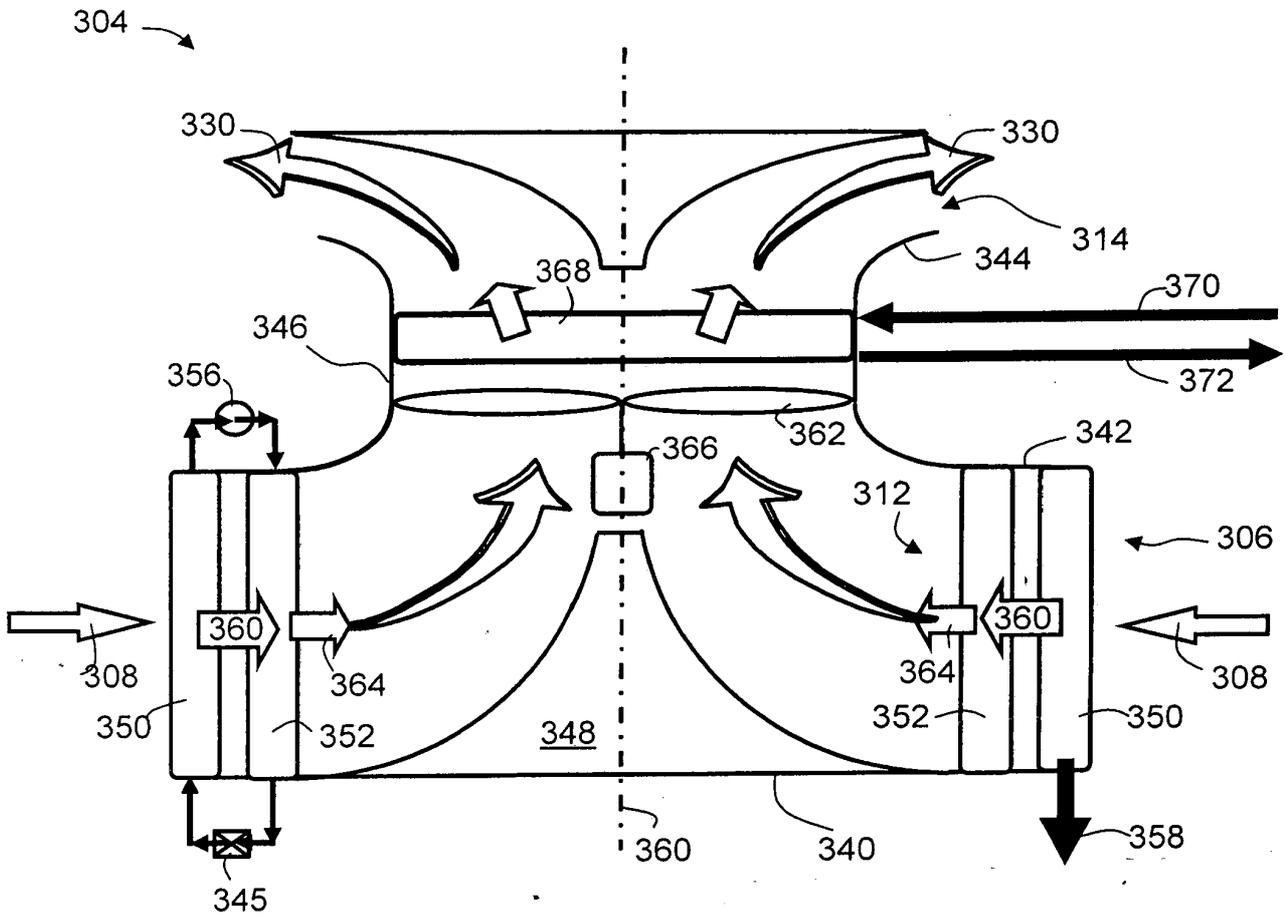


FIG. 5A

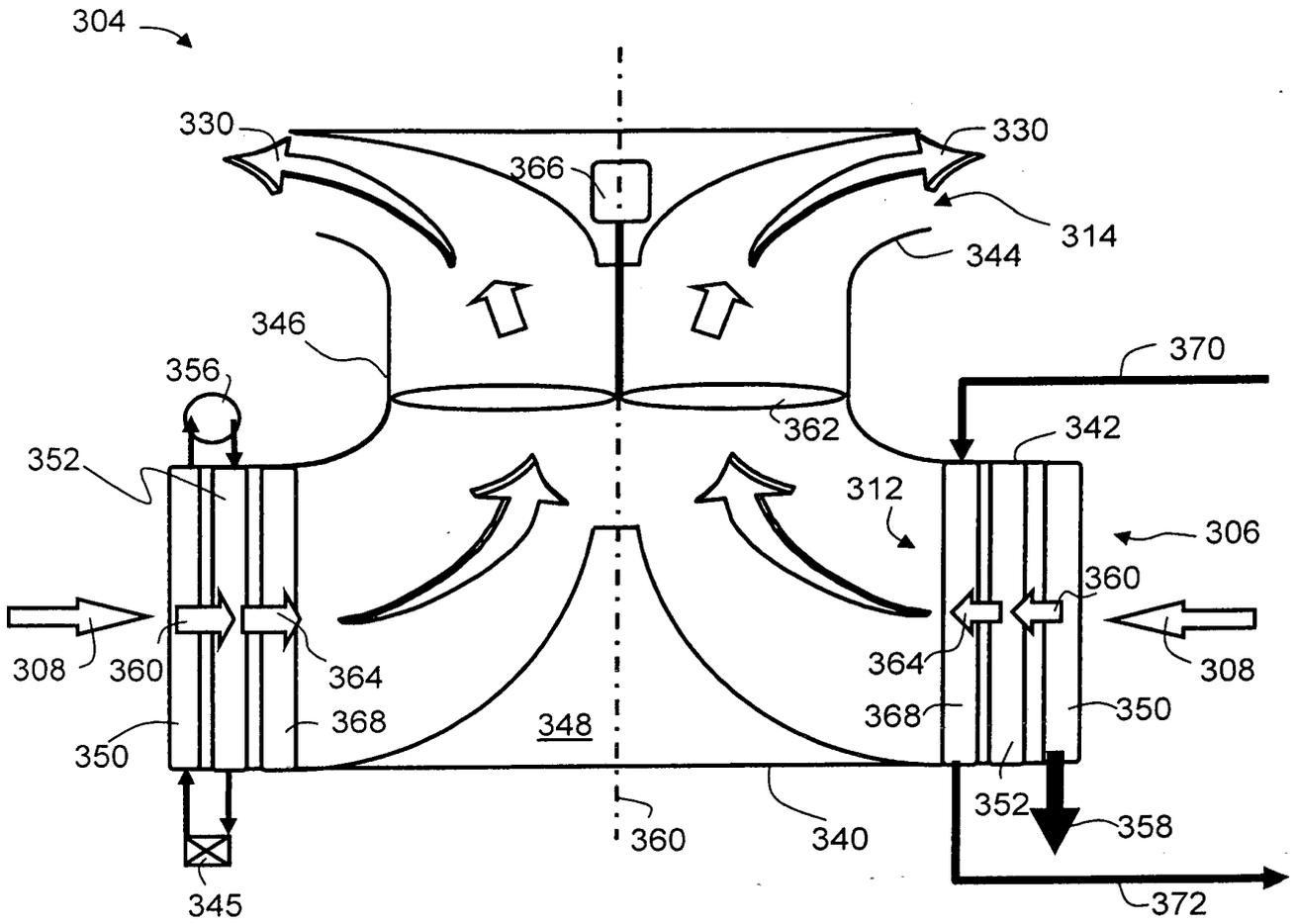


FIG. 5B

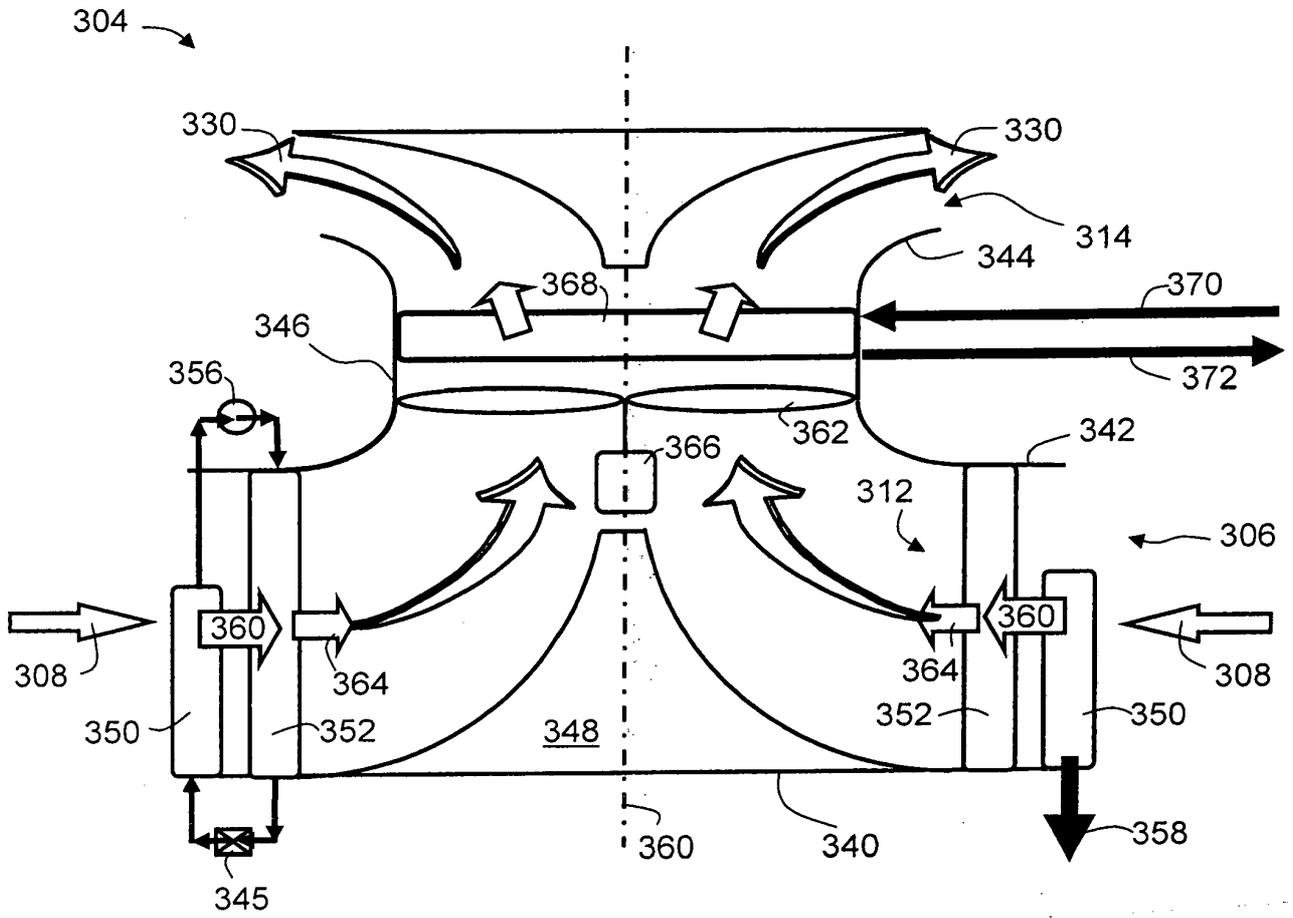


FIG. 5C

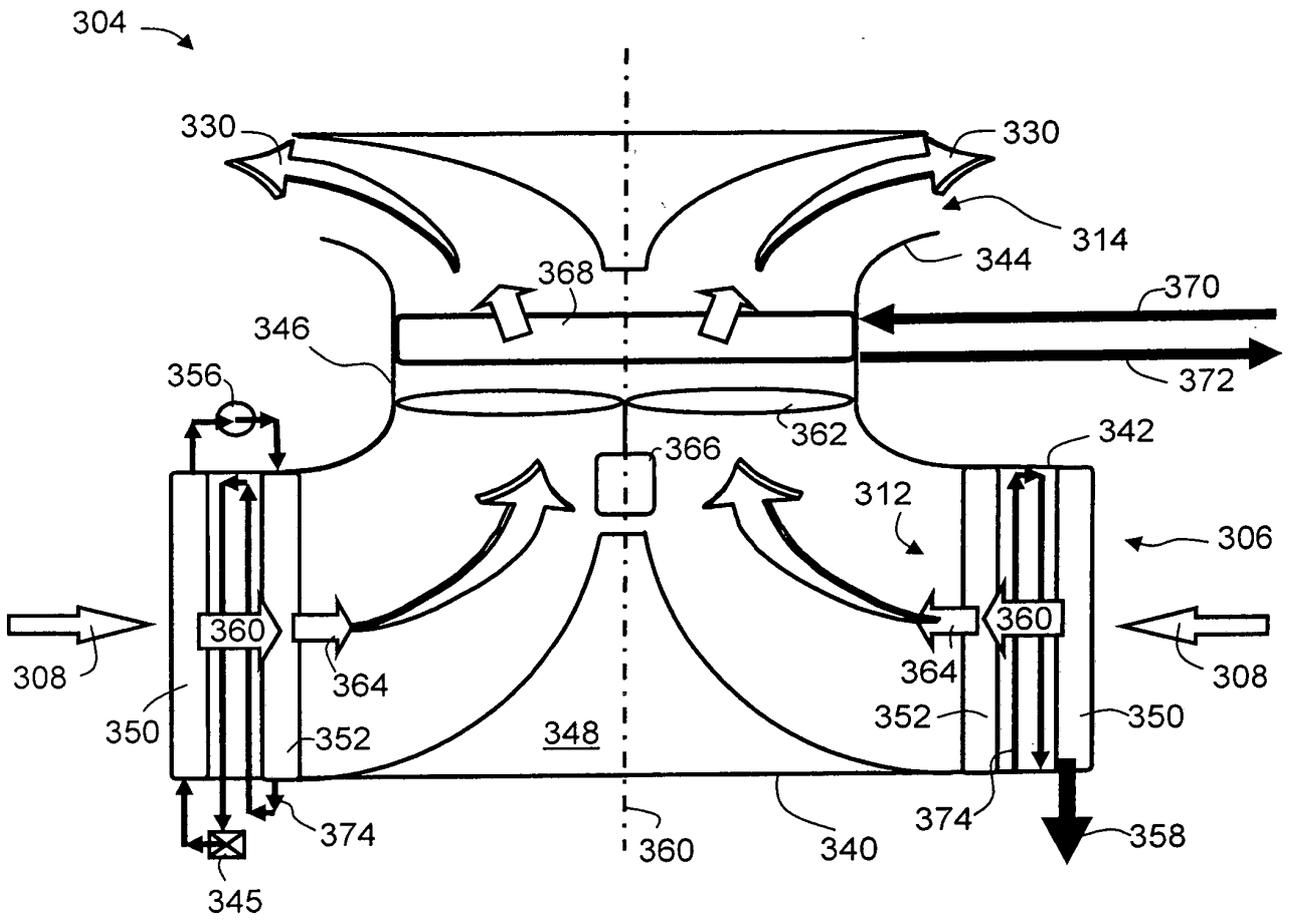


FIG. 5D

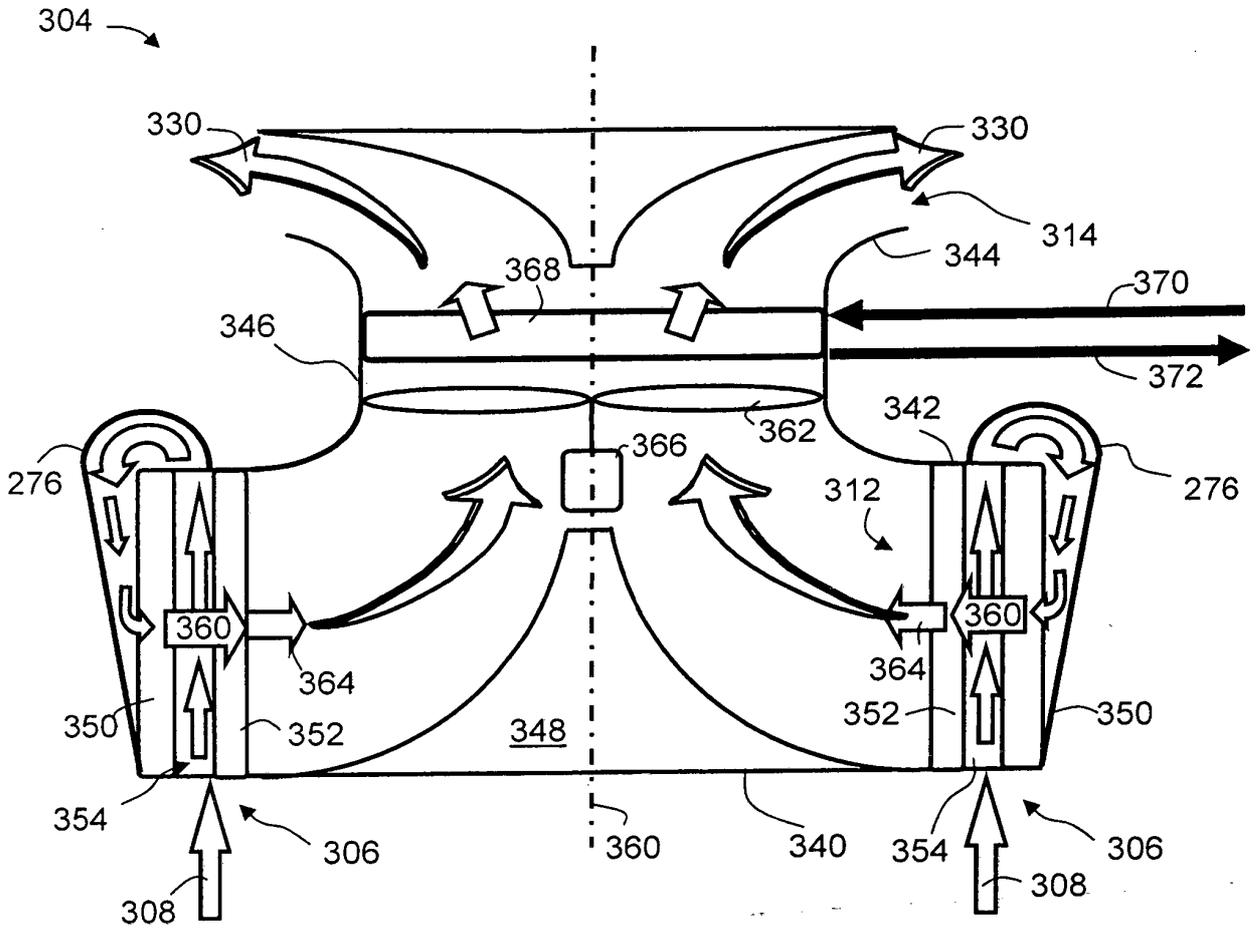


FIG. 5E

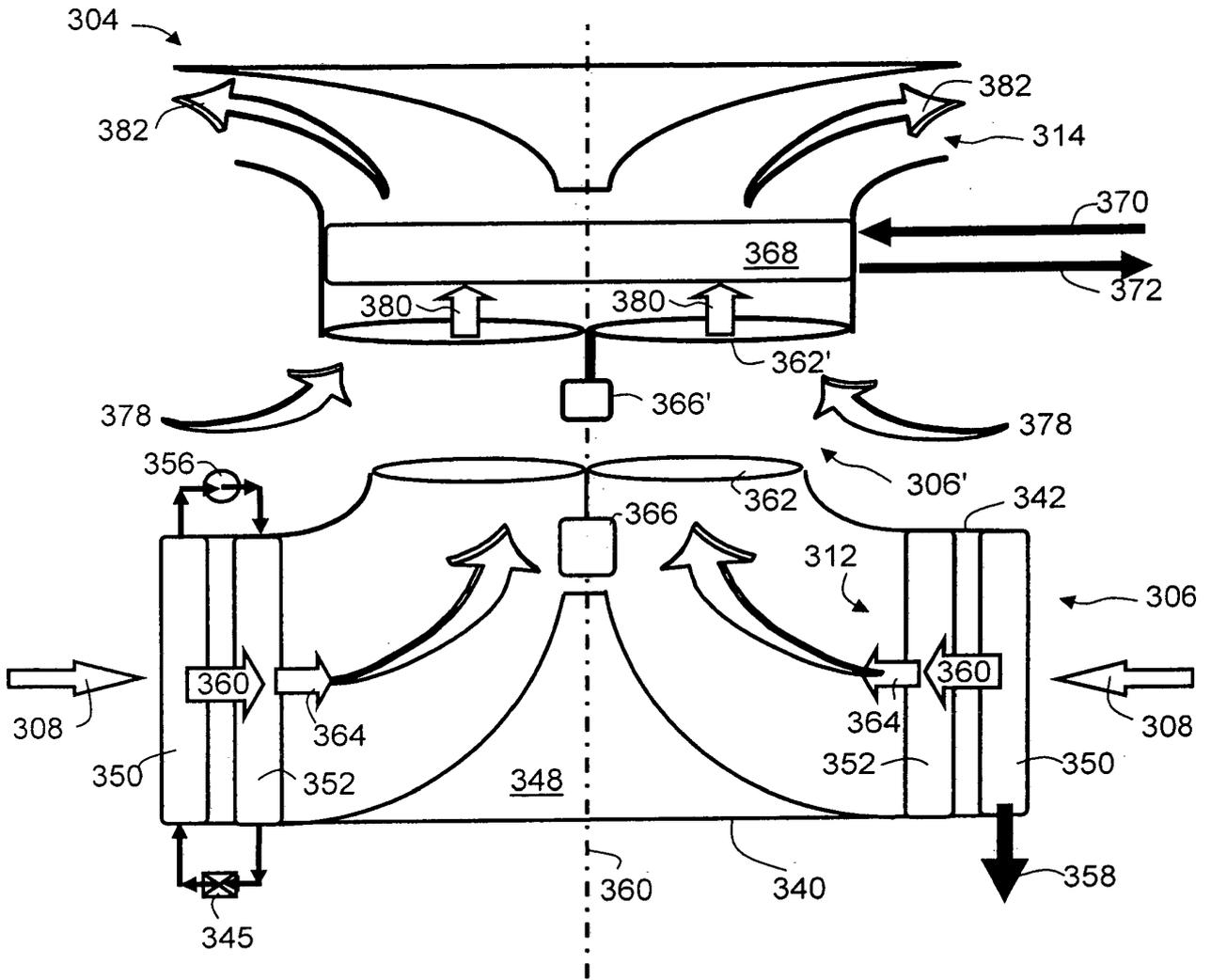


FIG. 5F

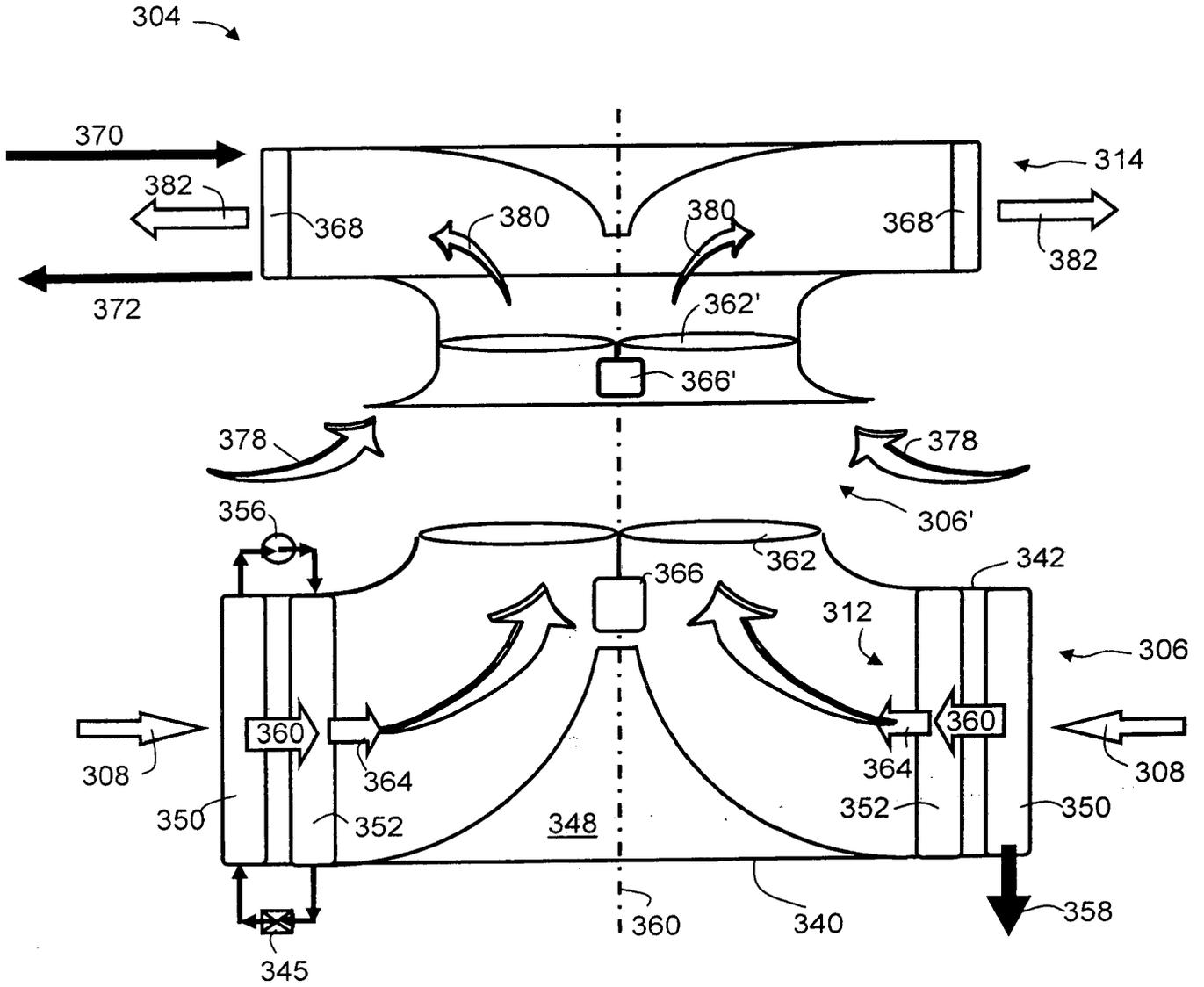


FIG. 5G

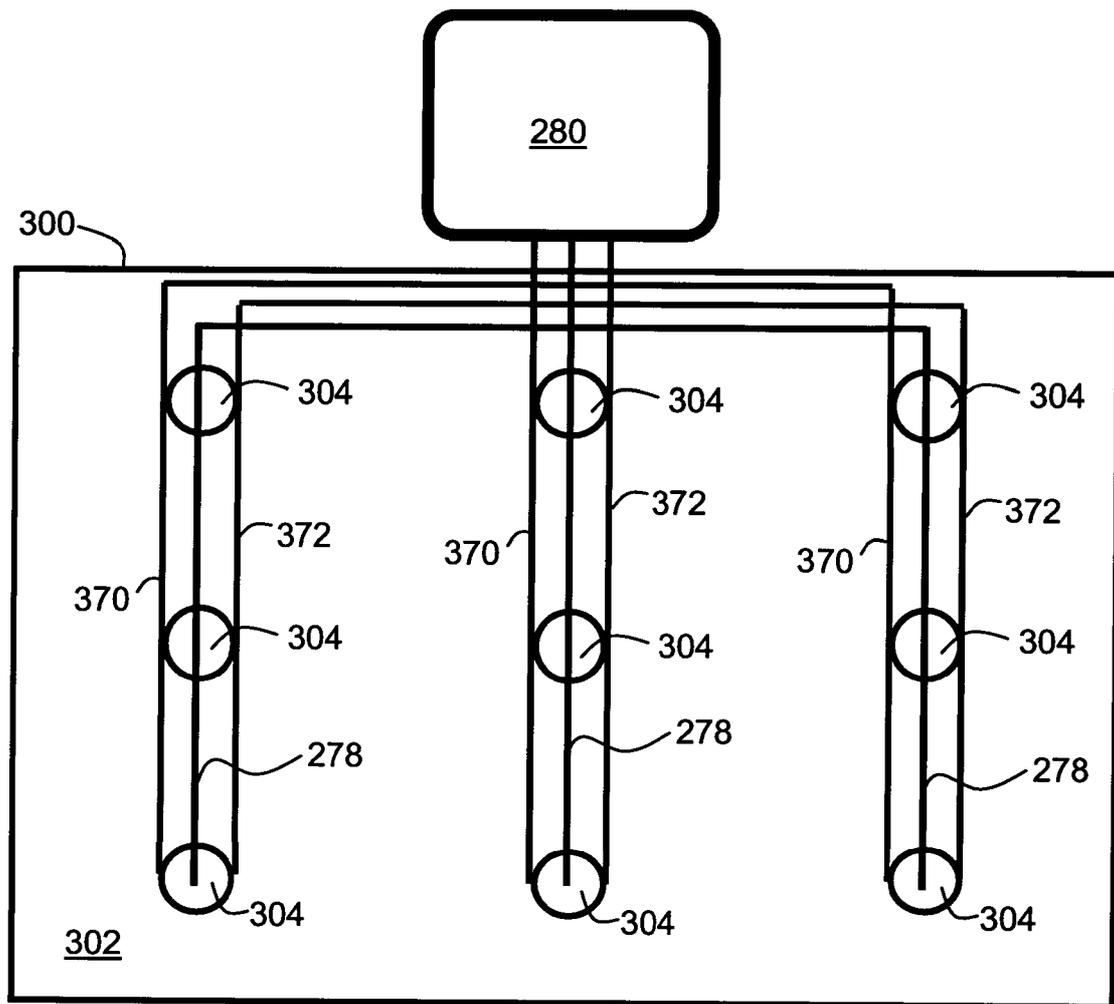


FIG. 6