

19



NL Octrooi Centrum

11

2004107

12

A OCTROOIAANVRAAG

21

Aanvraagnummer: **2004107**

51

Int.Cl.:

B60H 1/32 (2006.01)

F24F 5/00 (2006.01)

22

Aanvraag ingediend: **18.01.2010**

30

Vorrang:
18.01.2009 NL 2002424

71

Aanvrager(s):
Matthijs Dirk Meulenbelt te Borne.

41

Aanvraag ingeschreven:
20.07.2010

72

Uitvinder(s):
Matthijs Dirk Meulenbelt te Borne.

43

Aanvraag gepubliceerd:
28.07.2010

74

Gemachtigde:
Ir. A.A.G. Land c.s. te Den Haag.

54

Koelinrichting.

57

Een inrichting voor het teweeg brengen van een koelend effect in een ruimte omvat:
een huis met een warmtegeleidende wand, welk huis een voor lucht doorstroombare kamer begrenst;
een aan de kamer aansluitende luchttoevoer die aan de genoemde ruimte aansluit;
een aan de kamer aansluitende luchtafvoer; luchttransportmiddelen voor het van de luchttoevoer via de kamer naar de luchtafvoer transporteren van lucht; en bevochtigingsmiddelen voor het bevochtigen van het binnenoppervlak van de wand; een en ander zodanig, dat door de luchttransportmiddelen toegevoerde lucht via de luchttoevoer in de kamer wordt ingevoerd, in de kamer langs het bevochtigde binnenoppervlak van de wand strijkt en via de luchtafvoer uit de kamer wordt afgevoerd, waardoor het aan het binnenoppervlak van de warmtegeleidende wand aanwezige water verdampt en door de langsstromende lucht wordt meegevoerd, en de wand wordt afgekoeld.

4X/2IU54/SB/4p.nl

KOELINRICHTING

5 De uitvinding heeft betrekking op een
inrichting voor het teweeg brengen van een koelend effect
in een ruimte, bijvoorbeeld een verblijfsruimte, een
kantoorruimte, een woonkamer, of een cabine in een
vervoermiddel, zoals een auto, een boot of een vliegtuig.

10 Een dergelijke inrichting is in vele
uitvoeringen bekend.

 Koelinrichtingen voor het koelen van de lucht
in een ruimte kenmerken zich door een substantiële
luchtverplaatsing. In het bijzonder het gevoel,
15 blootgesteld te zijn aan een koude luchtstroom wordt vaak
als hinderlijk ervaren.

 Het werkingsprincipe van bestaande
koelinrichtingen is echter gebaseerd op
luchtverplaatsing, zodat het probleem van blootstelling
20 aan een koude luchtstroom en het corresponderende gevoel
van gebrek aan comfort inherent aan is aan de oplossing.
De meeste gebruikte airco-installaties bezitten daarnaast
een aantal algemeen bekende nadelen: ze zijn zwaar, ze
verbruiken veel energie, ze maken gebruik van
25 milieubelastende stoffen en verspreiden vaak
milieubelastende stoffen. Daarnaast kunnen de meest
gebruikelijke koelinrichtingen ingesteld worden op een
zeer groot verschil tussen de binnentemperatuur in de
betreffende ruimte en de buitentemperatuur, hetgeen
30 aanleiding kan geven tot klachten zoals verkoudheid en
hoofdpijn. In het algemeen is het verstandiger, een
verschil van maximaal 4 à 5 °C tussen de binnenlucht en
de buitenlucht aan te houden. Eventueel te droge lucht
kan verder klachten veroorzaken zoals hoofdpijn, een
35 droge keel, hoest of geïrriteerde ogen en ook vervuilde
filters kunnen bij gebrek aan toereikend onderhoud
fysieke klachten veroorzaken.

 Het is een eerste doel van de uitvinding, een

koelinrichting te verschaffen, die zeer energiezuinig is, geen voor het milieu belastende, laat staan schadelijke stoffen bevat of uitstoot, een gering gewicht vertoont, zeer eenvoudig geïnstalleerd kan worden en geen koude en
5 oncomfortabele luchtstromingen doet ontstaan.

Een verder doel van de uitvinding is het zodanig uitvoeren van een koelinrichting, dat deze geschikt is om zowel in vaste, stilstaande ruimten, bijvoorbeeld in een gebouw als in bewegende ruimten,
10 bijvoorbeeld in vervoermiddelen, te worden toegepast.

Er zijn verschillende wijzen van koelen bekend, die uitmunten door milieuvriendelijkheid en hoog energierendement. Een belangrijke mogelijkheid in dit verband is gelegen in de verdampingskoeler, die onder omstandigheden
15 zelfs kan worden uitgevoerd als dauwpuntskoeler.

Het principe van de verdampingskoeler wordt ook gebruikt door de fysieke mechanismen van het menselijk lichaam. Immers bij een hoge omgevingstemperatuur ontstaat transpiratievocht, dat door langsstrijkende
20 lucht kan verdampen, daardoor lokaal een aanzienlijke temperatuurverlaging veroorzaakt en aldus warmte aan de huid doet onttrekken. Dit effect doet zich in sterkere mate voor bij sterker verdampende vloeistoffen, zoals methanol, ethanol of dergelijke. Als men deze vloeistof
25 op de huid aanbrengt, voelt de betreffende plaats koud aan doordat als gevolg van verdamping van de vloeistof veel warmte aan de huid wordt onttrokken.

Hetzelfde principe wordt gebruikt in een zogenaamde waterzak of een enigszins poreuze stenen
30 kruik. De waterzak of de kruik, waarvan de wand in lichte mate vochtdoorlatend is, wordt in de wind gehangen. Het doorsijpelende water verdampt aan de buitenzijde en onttrekt aldus warmte aan het water in de zak. Met name in woestijngebieden is dit een beproefde methode om water
35 koel te houden. Dit principe wordt als sinds mensenheugenis gebruikt.

Meer recente en modernere toepassingen zijn te vinden in airco-installaties voor gebouwen en

bijvoorbeeld campers, welke systemen gebruikmaken van verdamping van water en de bijbehorende warmte-onttrekking. Hierbij wordt aan de ene zijde van een warmtewisselaar water onder invloed van een eerste
5 luchtstroom verdampt en wordt aan de andere zijde een tweede luchtstroom gekoeld aan de warmtewisselaar en vervolgens via een leidingenstelsel bijvoorbeeld door de cabine van de camper of zelfs een gebouw verspreid. De tweede luchtstroom kan bijvoorbeeld een deelstroom van de
10 genoemde eerste of primaire luchtstroom zijn. Het nadeel van de duidelijk voelbare substantiële koude luchtstroom blijft daarmee onverkort bestaan. Wel moet worden erkend, dat er bij een dergelijke verdampingskoeler geen sprake is van schadelijke stoffen en de inrichting kan werken
15 met een zeer gering energieverbruik, namelijk niet meer dan de energie die noodzakelijk is om de luchtstroom op te wekken en in stand te houden.

Er bestaan ook vele koelinrichtingen, die geen gebruik maken van een substantiële secundaire
20 luchtstroom. Het meest bekende voorbeeld is de algemeen bekende koelkast, die in bijna elk westers huishouden te vinden is. Meestal aan de achterzijde van de koelkast bevindt zich een warmtewisselaar die warmte afgeeft aan de omgevingslucht. Deze warmte wordt door gebruik van een
25 tweefasen koelmiddel en een compressor onttrokken aan een koelende wand aan de binnenzijde van de koelkast. Dergelijke inrichtingen bestaan ook op grotere schaal, bijvoorbeeld koelinstallaties met koelplaten in vrachtauto's die bestemd zijn om bederfelijke lading
30 gekoeld te transporteren. Deze inrichtingen werken weliswaar zonder gedwongen secundaire luchtstroom, maar maken gebruik van een koelmiddel, meestal een freon, en zijn thermisch weinig efficiënt, ofwel gebruiken veel energie.

35 Het is bekend, dat koeling door middel van stralingsabsorptie door mensen als zeer behaaglijk ervaren wordt. Er bestaan vele voorbeelden van straling-absorberende koelers zoals bijvoorbeeld gebouwen,

voorzien van betonkern-activering, waarbij in leidingen,
 opgenomen in de vloer en de vloer daarboven, dus het
 plafond, worden gevoed met koud of warm water om te
 zorgen voor stralingsabsorptie respectievelijk -afgifte
 5 en ook koudeplafonds, metalen plafondplaten, voorzien van
 meanderende waterleidingen waardoor voor koeling ook koud
 water wordt gevoerd. Een groot voordeel van deze
 koelingsmethode is, dat ze - in tegenstelling tot meer
 conventionele methoden van koeling door middel van koude
 10 luchtstromen - maar weinig gevoelig zijn van de
 noodzakelijke ventilatie en het naar buiten verdwijnen
 van de koeling dientengevolge.

Om een behaaglijk effect van deze
 stralingsabsorbers te verkrijgen, dient het verschil
 15 tussen stralingstemperatuur en ruimtetemperatuur binnen
 de perken te blijven. Volgens de diagrammen van Fanger en
 de algemene beroepspraktijk is een verschil van 5° een
 richtlijn voor de grens van het comfortabele. Dat
 betekent, dat het koelend vermogen in termen van
 20 convection of werkelijk lucht-koelend vermogen van deze
 oplossingen vrij beperkt is: Het verschil in afgegeven
 straling tussen een plaat van 1 m² van 27°C en een van
 24,5°C is volgens $q = \sigma (T_2^4 - T_1^4)$, waarin T de
 temperatuur in Kelvin is en σ de Stefan-
 25 Boltzmannconstante, slechts 15 Watt. Het effectieve
 koelvermogen in termen van convection is daarmee te
 verwaarlozen.

Over het algemeen wordt bij de zogenaamde
 koudeplafonds een waarde gehanteerd van ca 60-70 Watt per
 30 m². Deze waarde is in gebouwen maar moeilijk te realiseren
 onder zomerse omstandigheden omdat de temperatuur van een
 plafondplaat voor het bereiken van een dergelijk
 koelvermogen lager zal zijn dan het dauwpunt onder de
 heersende omstandigheden met als gevolg condensvorming
 35 aan de gebruikerszijde van de plafondplaat. Dit kan dan
 weer leiden tot neervallende druppels, iets wat onder
 veel omstandigheden zeer ongewenst is.

Bij de hierboven beschreven methodes is er

sprake van koeling van buiten: Er wordt een koudemiddel (meestal water) van buiten toegevoerd en ook weer afgevoerd naar buiten, dat daar opnieuw gekoeld wordt of althans geschikt gemaakt voor gebruik voor de koeling van de stralings-absorber.

Een alternatief daarvoor bieden elektrische koelelementen zoals Peltier-elementen. Een zeer interessante uitvoering van een stralingsabsorber, voorzien van Peltierelementen geven EP-A-432 264 en WO-A-90/00240, waarbij zeer dicht in de nabijheid van de menselijke gebruiker een stralingsabsorberende wand wordt voorgesteld, voorzien van elektrische koelelementen die de opgenomen warmte afgeven aan de binnenzijde van de hol uitgevoerde wand waar deze warmte door natuurlijke convectie of mechanische ventilatie wordt afgevoerd naar boven. Een klein tussen-plafond voorkomt, dat de warmte de gebruiker van de ruimte tussen bij voorkeur twee van deze wanden, wellicht ten behoeve van de stralingssymmetrie opnieuw geconfronteerd wordt met de afgevoerde warmte.

Elektrische koelers hebben natuurlijk geen rendement van 100%, wat per saldo betekent, dat de ruimte-temperatuur ten gevolge van deze oplossing zal stijgen, zeker als ook het rendement van een ventilator in de berekening moet worden opgenomen. Weliswaar is er in eerste instantie een door de gebruiker waarneembaar verkoelend effect maar uiteindelijk wordt de luchttemperatuur hoger.

Ook zijn er andere systemen bekend, waarin het koelend element niet bovenin de ruimte geplaatst wordt maar vrij in de te koelen ruimte wordt opgesteld, bijvoorbeeld volgens DE-A-1 012 381.

Hier wordt weliswaar niet expliciet aangegeven wat de bron van de koeling zelf is, maar de stroming van lucht maakt vrij duidelijk, dat er sprake is van koude "van buiten af". Voor de goede werking is er zelfs sprake van een warmtewisselaar die helemaal duidelijk maakt dat er sprake is van warmte (of koude) van buiten af.

Misschien zou het een voordeel bieden een dergelijke inrichting dicht bij de gebruiker te plaatsen maar daarvan is in de omschrijving geen sprake. Desalniettemin bestaat de mogelijkheid.

- 5 Een nadeel van de oplossing is, dat ook op plaatsen (de naar het plafond gekeerde zijde) van de voorgesteld relatief hoge oplossing, een groot deel van de stralingsabsorptie zal aanbieden op een relatief ongunstige plak: Het plafond van de omgeving waarmee het
10 geen voordeel biedt voor de *zichthoek* van koude voor de gebruiker die zich onder de voorgestelde, lager in de ruimte opgestelde koeler. Het effect van deze tweede wand, naar het plafond gekeerd, is daarmee voor een eventuele directe gebruiker van de koeling, afwezig.
- 15 Zoals hierboven al aangegeven, zijn er om het probleem van de afvoer van energie te ondervangen al lang andere koelmethodes bekend. De oudste is misschien wel de huid van de mens: Door transpiratievocht van de huid te laten verdampen, ontstaat directe verkoeling van het
20 huidoppervlak, een niet onaanzienlijk middel ter verkoeling van de mens. Dit is bijzonder interessant toegepast in GB-A-1 937 041 en GB-A-464 415, waarbij wordt voorgesteld een lading van een vrachtauto te koelen, vergelijkbaar met de werking van zweet op de
25 huid. Indien geen enkel probleem wordt ondervonden door de condensvorming die hierboven al genoemd werd, is dit een prachtige oplossing: Verdampst men onder zeer grote luchtstroom zeer veel water, dan verwerft men aanzienlijke koelcapaciteit. Als deze moet worden
30 overgedragen middels een betrekkelijk uitgestrekt maar vlak oppervlak als het plafond van een laadruimte van een vrachtauto, dan treden al snel beperkingen op. Als in de laadruimte alleen de lucht langskomt ten gevolge van convectie, dan zal al snel condensvorming optreden. Dat
35 hoeft op zich geen beperking te zijn maar is het onder omstandigheden waar mensen gekoeld moeten worden wel. Dezen zullen het vallen van druppels als onacceptabel ervaren. Als men ook een tweede luchtstroom in de

laadruimte van het voertuig tot stand brengen, dan zal de temperatuur inderdaad enigszins dalen maar waarschijnlijk veel te weinig om bijvoorbeeld geslacht vlees op temperatuur te houden. Dit is dus een zeer beperkte
5 toepassing. Bovendien zal de temperatuur van de warmtewisselende plafondplaat niet dalen onder de dauwpuntstemperatuur, hoewel de capaciteit bij zeer grote luchtsnelheden in het koelende deel aanzienlijk zal zijn. Nog steeds geldt dan de behaaglijkeheidsregel: veel meer
10 dan de richtlijn 5°C temperatuursverschil tussen de omgevingstemperatuur en de stralingstemperatuur ervaart de mens meestal als onaangenaam.

Voor de koeling van mensen zou men kunnen volhouden, dat deze methoden prima stand houden: bij
15 toepassing in een bus volgens US-A-2 552 819, zou men het systeem heel zachtjes kunnen zetten om niet de ruimte te koelen maar alleen de passagiers te koelen door het absorberen van hun straling. Maar nog steeds is er sprake van gebruik van lucht van buiten en zal aan de
20 binnenzijde gemakkelijk condensvorming optreden, bijvoorbeeld doordat de luchtvochtigheid in de bus snel toeneemt door vochtige kleding en/of het transpiratievocht van de passagiers.

De uitvinding stelt zich ten doel op een
25 uiterst energie-efficiënte manier het gevoel van welbehagen van een mens te verbeteren door een combinatie van verdampingskoeling en stralings-absorptie.

Daartoe vertoont de inrichting volgens de uitvinding het kenmerk, dat een huis met een
30 warmtegeleidende wand, welk huis een voor lucht doorstroombare kamer begrenst;

een aan de kamer aansluitende luchttoevoer die aan de genoemde ruimte aansluit;

een aan de kamer aansluitende luchtafvoer;
35 luchttransportmiddelen, bijvoorbeeld ventilatormiddelen, voor het van de luchttoevoer via de kamer naar de luchtafvoer transporteren van lucht; en bevochtigingsmiddelen voor het met een

verdampbare vloeistof, bijvoorbeeld water, bevochtigen van het binnenoppervlak van de genoemde wand;

een en ander zodanig, dat door de luchttransportmiddelen getransporteerde lucht via de
 5 luchttoevoer in de kamer wordt ingevoerd, in de kamer langs het bevochtigde binnenoppervlak van de genoemde wand strijkt en via de luchtafvoer uit de kamer wordt afgevoerd, waardoor aan het warmtegeleidende binnenoppervlak aanwezig water verdampt en door de
 10 langsstromende lucht wordt meegevoerd, en de genoemde wand wordt afgekoeld.

Eerst schetsen we de contour:

Nemen we als rekenvoorbeeld een mooie zomerse dag in Nederland:

15 De temperatuur bedraagt 27°C , een mooie gemiddelde waarde, en de luchtvochtigheid ca 78%, idem dito.

Bij verdampingskoeling is de laagst haalbare temperatuur van de lucht $24,5^{\circ}\text{C}$. Op dat moment is er
 20 sprake van verzadigde lucht in termen van vochtigheid: Er verdampt niet meer water van het koelende element. De temperatuur van de lucht in de ruimte wordt onder de gunstigste omstandigheden natuurlijk niet lager dan het maximaal (minimaal) haalbare. Veel te weinig effect om
 25 lading te koelen. Deze berekening leert, dat de methode voor zogenaamde proceskoeling volledig ongeschikt is.

Het voorbeeld van $24,5^{\circ}\text{C}$ als eerder vermeld is dan ook geen arbitraire keuze: Op een goede zomerse dag in Nederland is niet meer haalbaar vanwege het dauwpunt.
 30 Dat is vergelijkbaar met water in een pan dat overal 100°C is als het kookt en waarbij de temperatuur pas stijgt als het water verdampt is, tenzij de druk wordt opgevoerd zoals bij een snelkookpan.

Maar stel nu dat we opnieuw een uitgestrekt
 35 oppervlak voorzien van een vochtvasthoudende laag, dit oppervlak vrij dicht bij de gebruiker, een mens of dier, aanbrengen om de zichthoek te maximaliseren:

Dan geldt:

Nemen we aan, dat het menselijk lichaam per saldo 70-100W aan energie dissipeert via convection, conductie, verdamping via het ademen en straling; Nemen we daarbij in aanmerking dat de mens 30-70% van zijn
 5 warmte verliest door middel van straling waarbij onder warme omstandigheden bijvoorbeeld de helft van 70-100% via de huid moet worden uitgestraald, dan is te voorzien, dat het hoofd, een relatieve bolvorm, veel warmte via straling zal moeten verliezen als we bedenken, dat alle
 10 straling via blote armen en hoofd het lichaam moet verlaten, ervan uitgaand, dat de gebruiker verder min of meer gekleed is.

Als rekenvoorbeeld: een hoofd, beschouwd als ideale warmtestraler met een diameter van Ø20 cm geeft
 15 W aan warmte af bij een huid-temperatuur van 30°C. Het hoofd ontvangt natuurlijk ook veel straling van de omgeving: Wanden, plafond, bomen, wat dan ook. Ieder lichaam geeft straling af, tenzij bij het absolute nulpunt.

20 Doorgaand op het gestelde, reële voorbeeld van 27°C en 78% relatieve luchtvochtigheid.

Als we nu een dubbelwandige verdampingskoeler van 1 m² aanbrengen, die aan de binnenzijde van de verkoelende, naar de gebruiker gerichte zijde voorzien is
 25 van een vochtvasthoudende laag met voldoende water, dan kunnen we zoals hiervoor al aangegeven volgens $q = \sigma (T_2^4 - T_1^4)$ berekenen, dat de plaat een straling van 15 W kan absorberen. Dat is 1/4 van de totale uitgezonden straling van een hoofd. Het hoofd ontvangt uit zijn totale
 30 omgeving straling ten gevolge van de temperatuur van 27°C dus er is sprake van een sterk gevoel van behaaglijkheid, ondanks dat er geen sprake is van een gevoel van koelte, omdat het temperatuurverschil tussen de stralingswarmte en de omgevingstemperatuur onder de 5°C blijft. Verder is
 35 er geen sprake van een warmtestroom in termen van convection.

Stel nu, dat we de verdampingskoeler uitvoeren als een dunne kamer, aan de binnenzijde van de naar de

gebruiker gerichte zijde voorzien van een vochtig
 gemaakte, vochtvasthoudende zijde waarover lucht,
 betrokken uit de gebruiksruimte, wordt gevoerd met een
 snelheid die volledige verdamping garandeert, dan is te
 5 berekenen uit de verdampingswarmte van water (2258 kJ/l
 of kJ/kg), dat voor 15 W of J/seconde koelvermogen
 slechts 24 gram water per uur (3600 seconden) nodig is
 (15 J/s/2258000J/kg) x 3600 seconden = 0,0239 kg).

Als we nu - op basis van de heersende
 10 omstandigheden van 27°C en 78% relatieve luchtvochtigheid
 - in één uur bij de per persoon geldende minimale
 ventilatie van 20 m³ per uur berekenen, dat we 24 gram
 water aan de lucht toevoegen, dan kan de lucht, gebruikt
 voor het verdampte water toegevoegd worden aan de
 15 omgevingslucht. Dit levert een toename van de relatieve
 luchtvochtigheid van maar circa 2%, hetgeen niet
 significant is.

Eigenlijk is het effect nog gunstiger: Ten
 gevolge van het verdampen van het water zal de
 20 temperatuur van de proceslucht nauwelijks stijgen en in
 gunstige gevallen zelfs dalen en daarmee zal de
 temperatuur van de ruimte ook nog eens dalen, in
 tegenstelling tot bijvoorbeeld WO-A-90/00240.

Verder is er geen regeling ter voorkoming van
 25 condensvorming meer nodig: houden we de wand niet meer
 dan vochtig, dan is te begrijpen, dat de wand nooit
 kouder wordt dan de heersende dauwpuntstemperatuur. Dan
 stopt de werking aan de binnenkant. Daardoor treedt nooit
 condensvorming op, omdat gebruik gemaakt wordt van de
 30 lucht uit de ruimte in tegenstelling tot de andere
 voorgestelde oplossingen waarbij gebruik gemaakt wordt
 uit een tweede ruimte (de buitenwereld) waar de
 omstandigheden geheel anders kunnen zijn. Daarmee is het
 systeem intrinsiek condensvrij zonder dat er enige
 35 vochtsensor-gerelateerde regeling hoeft worden toegepast.

Als nu ook nog eens gekozen wordt voor een zeer
 dunne kamer, dat wil zeggen een kamer waarbij de koude-
 absorberende zijde en de andere zijde zeer dicht bij

elkaar zijn, bijvoorbeeld zogenaamde kanaalplaat, bijvoorbeeld gemaakt van polypropyleen, en één kant van de kanaaltjes, gericht naar de uitgestrekte zijde van de plaat, aan de binnenzijde voorzien wordt van een
5 absorberende laag, kan de plaat zo nu en dan even met water gevuld worden of zou door ieder kanaaltje een druppel "geblazen" kunnen worden ter bevochtiging van de vochtvasthoudende laag. Daarna wordt weer lucht door de kanaaltjes geblazen die, zoals boven werd aangetoond,
10 gewoon aan de lucht in de gebruiksruimte kan worden toegevoegd. Een uitstroomopening naar de buitenwereld is bij zo weinig waterdamp niet nodig.

De koeler zelf is dan maar een paar millimeter dik.

15 Natuurlijk is dit ook te bereiken met bijvoorbeeld een metalen plaat met daaronder/daarboven een structuur van kanalen die bijvoorbeeld een U-vorm bezitten. Dat scheelt de helft van de kanaaltjes en plaatst de in- en uitstroomopening aan dezelfde kant,
20 hetgeen voordelen kan bieden. Het metaal versterkt de warmte/koudegeleiding hoewel de buitenwanden van de kanaalplaat zo dun bestaan, dat de isolerende waarde van de kunststof geen grote rol speelt. Een metalen, bijvoorbeeld geanodiseerd aluminium plaat is esthetisch
25 beter en ook duurzamer.

Als men deze zeer dun uit te voeren koeler, die bijvoorbeeld aan één zijde voorzien wordt van een klein voorraadvat water en een zeer dunne en daarmee stille ventilator, nu ophangt met de koelende wand naar beneden
30 gericht, dan heeft men een plafond-eilandje dat ook voorzien kan worden van verlichting. Ook zou het goed mogelijk zijn, het eilandje als geluiddempend 'paneel' te gebruiken.

Als de koeler boven een tafel geplaatst wordt,
35 absorbeert de koeler ook stralingswarmte van het tafelblad, waardoor de tafel min of meer een passieve stralingskoeler wordt voor de warmtestraling die het hoofd naar beneden afgeeft. De werking wordt daardoor in

belangrijke mate versterkt omdat de zichthoek van de dichtbij hangende koeler t.o.v. een regulier gekoeld plafond op grotere afstand al goed is en dan ook nog effect sorteert door de absorptie naar het tafelblad. Dit
5 voordeel werkt natuurlijk ook bij een gebruikelijk koudeplafond, omdat zo'n koudeplafond ook de stralingswarmte van een tafelblad opneemt. De voorgestelde koeler is echter veel compacter en levert alleen stralingsabsorptie, precies waar deze gewenst
10 wordt.

De dunne versie van de koeler kan zelfs op het tafelblad gelegd worden, vergelijkbaar met een bureau-onderlegger: Dan absorbeert de koeler de stralingswarmte die naar beneden wordt afgegeven direct. Bij gecombineerd
15 gebruik van een boven- en onderkoeler is het effect natuurlijk veel sterker. Eventueel zouden ook nog zijwanden en een achterwand kunnen worden toegevoegd hoewel de capaciteit dan waarschijnlijk te groot wordt en de eenvoud verloren.

20 De COP (dit is de verhouding van het koelvermogen en het toegevoerde vermogen) van een verdampingskoeler, gebaseerd op water, is erg hoog vanwege de hoge verdampingswarmte van water, grofweg een factor 10 hoger dan van conventionele koeling. De
25 proceslucht is niet of nauwelijks warmer en onder gunstige omstandigheden zelfs koeler dan de instromende lucht en daarmee is de proceslucht bruikbaar als koellucht hoewel de capaciteit uiterst gering zal zijn. Reken daar bij, dat alleen maar op stralingswarmte wordt
30 gerekend, dan is het energieverbruik dubbel voordelig: Een hoge COP en een zeer gering nodig koelvermogen en ook nog geheel ongevoelig voor luchtstroming ten gevolge van ventilatie.

De uitvinding biedt een ideale koeler voor
35 moderne huizen die zeer energie-zuinig zijn en waar het huiskantoor erg warm wordt. Met deze koeler is een aangename werkplek te creëren.

Ook bijvoorbeeld op scholen, waar vaak geen

ruimte is voor het later inbouwen van centrale luchtbehandeling, biedt de koeler een oplossing; conventionele compacte airconditioners sorteren hier weinig effect vanwege de hoge ventilatiebehoefte.

5 Het systeem is in temperatuur regelbaar door het aanpassen van de sterkte van de luchtstroom: Zeer lage luchtsnelheden leveren een langzamere verdamping van het water op en daarmee een kleinere temperatuurdaling. Uiteraard gaat de werking verloren als het water uit de
10 vocht-vasthoudende laag verdwenen is.

 In een voorkeursuitvoering vertoont de inrichting de bijzonderheid, dat de luchtafvoer buiten de te koelen ruimte uitmondt. Met een dergelijke uitvoering wordt voorkomen, dat de bevochtigde luchtstroom, die
15 waterdamp meevoert, de relatieve vochtigheid in de te koelen ruimte te substantieel verhoogt, hetgeen als onaangenaam kan worden ervaren, hoewel hierboven al werd uitgelegd, dat de verhoging van de luchtvochtigheid onder de meeste omstandigheden zeer beperkt zal zijn, maar
20 onder bepaalde omstandigheden tot condensvorming kan leiden.

 Volgens weer een ander aspect van de uitvinding kan de inrichting het kenmerk vertonen, dat de wand althans min of meer horizontaal opgesteld is. Een
25 dergelijke uitvoering heeft het voordeel, dat de inrichting zich volgens in hoofdzaak natuurlijke patronen kan voegen naar de lijnen en vlakken die in de ruimte aanwezig zijn. De inrichting kan hiermee min of meer "optisch wegvallen" in zijn omgeving, hetgeen uit
30 esthetisch oogpunt een zekere voorkeur kan genieten.

 Met het oog op een efficiënte verdamping met een zo gering mogelijk debiet van de doorstromende lucht en om er voor te zorgen dat de inrichting zo weinig mogelijk ruimte inneemt, kan de inrichting de
35 bijzonderheid vertonen, dat het huis is uitgevoerd als een hol paneel met een lineaire afmeting dwars op de wand, die ten hoogste 1/10, bij voorkeur 1/20 of met de kanaalplaat misschien zelfs 1/30 tot 1/50, van een

representatieve lineaire afmeting, bijvoorbeeld de lengte of de breedte, van de genoemde wand bedraagt.

Deze laatste uitvoering kan in het bijzonder in combinatie met het hiervoor besproken aspect, dat de wand
5 althans min of meer horizontaal opgesteld is, bijvoorbeeld als verlaagd plafondpaneel zijn uitgevoerd. Dit kan praktisch en esthetisch sterk de voorkeur verdienen.

Het zal duidelijk zijn, dat het van het
10 grootste belang is, dat de langsstromende lucht in staat is met een zo hoog mogelijk rendement aan het binnenvlak van de wand aanwezig water te verdampen om de wand aldus te koelen. Daarom wordt er de voorkeur aangegeven, dat de inrichting zodanig is uitgevoerd, dat het genoemde
15 binnen-oppervlak zodanig is uitgevoerd, dat water zich daarover verspreidt zonder druppelvorming.

Bijvoorbeeld kan ter bereiking van dit doel de inrichting het kenmerk vertonen, dat het genoemde binnen-oppervlak vooraf is onderworpen aan een corona-
20 behandeling.

Als alternatief kan de inrichting zodanig zijn uitgevoerd dat het genoemde binnen-oppervlak is voorzien van een hydrofiele deklaag.

In een andere uitvoering kan de inrichting het
25 kenmerk vertonen, dat het genoemde binnen-oppervlak is voorzien van een poreuze deklaag, bijvoorbeeld van een cement, zoals Portland-cement, of een vezelige mat. Als vezelmateriaal voor een mat kan bijvoorbeeld worden gedacht aan een minerale vezels, zoals glaswol of
30 steenwol. Ook kunststofvezels of natuurlijke vezels kunnen worden toegepast.

Om de groei van schimmels en algen en het zich ophopen van kiemen te voorkomen kan aan de deklaag bijvoorbeeld een middel worden toegevoegd, dat deze
35 ongewenste verschijnselen tegengaat. In de literatuur wordt tevens de mogelijkheid geopperd, de relevante oppervlakken te voorzien van een deklaag van TiO_2 . Een dergelijke deklaag dient continu, althans met enige

regelmaat, te worden bestraald met ultraviolette (UV) straling. Het TiO_2 werkt als katalysator en de combinatie met ultraviolette straling zorgt voor een zeer sterke kiemdodende werking.

5 De bevochtigingsmiddelen kunnen op elke geschikte wijze worden uitgevoerd. De voorkeur verdient een uitvoering, waarin de bevochtigingsmiddelen een aantal druppelaars of sproeiers omvatten.

Om de effectiviteit van de inrichting groter te
10 doen zijn dan mogelijk is met een enkelvoudige, bijvoorbeeld vlakke, wand, kan in een specifieke uitvoering de inrichting de bijzonderheid vertonen, dat althans aan de binnenzijde en althans aan een deel van de warmtegeleidende wand warmtegeleidende oppervlakte-
15 vergrotende middelen toegevoegd zijn, bijvoorbeeld vinnen, welke oppervlakte-vergrotende middelen in rechtstreeks thermisch contact met de wand verkeren.

De inrichting volgens deze laatste uitvoering kan het kenmerk bezitten, dat de oppervlakte-vergrotende
20 middelen aan het binnenoppervlak van de wand zijn toegevoegd. Daarmee wordt het buitenoppervlak niet aangetast, terwijl niettemin het koelrendement van de inrichting aanzienlijk kan verbeteren. Dit aspect zal dan ook het effect hebben, dat de gemiddelde temperatuur van
25 de wand aanzienlijk zal dalen, hetgeen het rendement of de COP (coefficient of performance = prestatie-coëfficiënt) nog verder zal doen toenemen. Hierbij wordt aangetekend, dat bijvoorbeeld een airco-inrichting in een auto een COP (= de verhouding tussen het effectieve
30 koelende vermogen en het toegevoerde, meestal elektrische, vermogen) niet groter dan 2-3 zal zijn. Voor gebruikelijke airco-installaties in vaste opstellingen, dus in huizen, kantoren, fabrieken en dergelijke, wordt met de betere modernere installaties een COP in de orde
35 van 3-6 gerealiseerd. De verdampings-koeler volgens de uitvinding maakt, voorzover nodig, uitsluitend gebruik van een elektrische ventilator en de grote verdampingswarmte van water, zonder dat enige vorm van

compressie van een tweefasen-medium noodzakelijk is.
Daarmee kan de COP spectaculair hoger zijn dan in het
geval van de bekende airco's, bijvoorbeeld 10-20 of zelfs
nog meer, bedragen.

5 Hiermee moet tevens worden bedacht, dat de
koelinrichting volgens de uitvinding nagenoeg geheel
geluidloos werkt.

 In een specifieke optionele uitvoering vertoont
de inrichting het kenmerk, dat de bevochtigingsmiddelen
10 alleen werkzaam zijn in de stroomopwaartse zone van de
wand, zodanig, dat de in die zone gekoelde lucht de
resterende, stroomafwaartse zone van de wand afkoelt. Als
de proceslucht in deze eerste zone geheel verzadigd zou
zijn met water, dan is er nog steeds geen gevaar voor
15 condensvorming in de stroomafwaardse zone van de wand
omdat deze tweede zone warmer zal zijn dan de eerste en
de oplosbaarheid van waterdamp in lucht toeneemt met de
stijging van de temperatuur van de lucht.

 De uitvinding zal nu worden toegelicht aan de
20 hand van bijgaande tekeningen van twee willekeurige
uitvoeringsvoorbeelden.

 In de tekeningen tonen:

 figuur 1 een ten dele opengewerkt
perspectivisch aanzicht van een carrosserie van een auto,
25 die is voorzien van een koelinrichting met elektrische
ventilatoren;

 figuur 2 een met figuur 1 corresponderend
aanzicht van een uitvinding die werkt zonder elektrische
ventilatoren, maar uitsluitend is gebaseerd op een
30 luchtstroom die optreedt tijdens het rijden van de auto;

 figuur 3 een met de figuren 1 en 2
corresponderend aanzicht van een uitvoering die zowel op
elektrische ventilatoren als op rijwind kan werken;

 figuur 4 een met de figuren 1, 2 en 3
35 corresponderend aanzicht, waarin zich uitsluitend aan de
stroomopwaartse zijde van de onderwand een vloeistof
vasthoudende laag met de bijbehorende
bevochtigingsmiddelen aanwezig is;

figuur 5 een met de figuren 1-4 corresponderend
 aanzicht van een uitvoering met een alleen stroomopwaarts
 aangebrachte vocht vasthoudende laag met bijbehorende
 bevochtigingsmiddelen, en stroomafwaarts voorzien van
 5 oppervlakte-vergrotende middelen, in het bijzonder
 vinnen;

figuur 6 een met de figuren 1-5 corresponderend
 aanzicht van een uitvoering met voorzieningen voor het
 gebruik van hemelwater;

10 figuur 7 een gedeeltelijk opengewerkt
 perspectivisch aanzicht vanaf de onderzijde van een als
 plafondpaneel uitgevoerde inrichting volgens de
 uitvinding ten gebruike in een kamer of vergelijkbare
 ruimte;

15 figuur 8 een gedeeltelijk opengewerkt
 perspectivisch aanzicht vanaf de bovenzijde van de
 inrichting volgens figuur 7;

figuur 9 een kunststof kanaalplaat, die een
 grote gelijkenis vertoont met bijvoorbeeld golfkarton;

20 figuur 10 een metalen plaat waarop een plaat is
 aangebracht met min of meer U-vormige kanalen;

figuur 11 een koeler volgens de uitvinding die
 op een tafelblad is gelegd, voorzien van een
 waterreservoir en ventilator; en

25 figuur 12 een gedeeltelijk opengewerkte
 aanzicht van een koeler die gebruikt kan worden op een
 tafelblad, voorzien van een kleine axiale ventilator en
 een druppelreservoir.

 Figuur 1 toont de carrosserie 1 van een auto
 30 met een koelinrichting 2 volgens de uitvinding. De
 koelinrichting is uitgevoerd als een ondiep paneel met
 een binnenruimte 10 en wordt aan de bovenzijde begrensd
 door het auto-dak 3 en aan de onderzijde door een
 horizontale wand 4, die ten opzichte van gebruikelijke
 35 auto's de plaats inneemt van het zogenaamde "hemeltje".
 Het binnenoppervlak van de onderwand 4 is voorzien van
 een vloeistof vasthoudende laag 5, bijvoorbeeld bestaande
 uit Portland-cement of een dunne laag vezelmateriaal. De

laagdikten kunnen bijvoorbeeld in de orde van 0,1-0,3 mm zijn. Aan de laag 5 wordt een geschikte, gemakkelijk verdampende vloeistof, bijvoorbeeld water, toegevoerd door een patroon van sproeiers 6, die zorgen voor een
5 gelijkmatige bevochtiging van de laag 5. De sproeiers ontvangen water via een niet-getekend leidingsysteem, aangesloten op een leiding 24 en een voorraad-tank 22 met een vuldop 28. Door middel van een eenvoudige pomp 23, bijvoorbeeld een pomp van het type dat wordt gebruikt
10 voor het afgeven van ruitensproeier-vloeistof, kan intermitterend, al naar gelang de behoefte water onder druk aan de sproeiers 6 worden toegevoerd.

Op een geschikte locatie zijn ventilatoren 7 aangebracht, die met pijlen 8 aangeduide lucht, betrokken
15 uit de cabine van de auto, via de holle stijlen 9 inblazen in de ruimte 10, zodanig dat de ingeblazen lucht 8 over de bevochtigde laag 5 stroomt en aan de achterzijde de inrichting 2 verlaat, volgens pijlen 11, eveneens via holle stijlen 9. Als gevolg van het over de
20 natte laag 5 stromen van een stroom niet-verzadigde lucht verdampt het in die laag 5 aanwezige water, hetgeen op bekende wijze een sterk koelend effect heeft. Daardoor koelt de wand 4 af.

Zo is een wand in de nabijheid van het hoofd
25 van de gebruikers geplaatst, die een lagere temperatuur heeft dan de lucht waarnaar deze gericht is, waardoor een netto stralingabsorberend effect ontstaat, bovendien in de buurt van het hoofd, relatief de grootste straler en zeker het meest gevoelig voor de perceptie van koude en
30 warmte. In de getoonde uitvoering wordt de proceslucht naar buiten afgevoerd. De reden daarvoor is, dat de ruimte van de cabine van een auto zo beperkt is, dat de luchtvochtigheid door het vanwege het koelen verdampte water hier wel snel kan toenemen, hetgeen onprettig kan
35 zijn.

De ventilatoren 7 zijn als overdruk-ventilatoren geplaatst, derhalve aan de stroomopwaartse zijde van de inrichting 2. Als alternatief zouden de

ventilatoren 7 ook als onderdruk- of zuigventilatoren kunnen worden geplaatst en derhalve aan de stroomafwaartse zijde van de inrichting 2 kunnen zijn opgesteld.

5 Figuur 2 toont een variant, waarin de invoerluchtstroom 8 niet wordt gegenereerd door ventilatormiddelen, zoals in figuur 1, maar via gunstig geplaatste uitstroomopeningen naar de buitenwereld 125 en 126 die geplaatst zijn op een plek in de buitenzijde van
10 de auto waar gedurende het rijden onderdruk heerst of een zeer hoge luchtsnelheid waardoor de uitstromende lucht 11 wordt weggezogen en daarmee de luchtstroom 8 de ruimte 10 ingezogen wordt. Aan de achterzijde van de ruimte 10 bevinden zich afvoeropeningen 113, die door middel van
15 kleppen 125, die worden bediend door actuatoren 126, kunnen worden geopend en gesloten. Uitsluitend in geval van enige substantiële voertuigsnelheid zal de koelinrichting volgens figuur 2 functioneren.

 Figuur 3 toont een uitvoering, waarin zowel
20 gebruik is gemaakt van de ventilatoren 7 als de uitstroomopeningen 113. De kleine ventilator in de middenstijl is weggelaten, terwijl de luchtstroom van de aan de voorzijde van het voertuig aangebrachte ventilator desondanks zorgt voor luchtstroming ter plaatse.
25 Overigens zouden de ventilatoren 7 rechtstreeks in onderwand 4 kunnen worden opgenomen.

 Figuur 4 toont een uitvoering, waarin de warmtegeleidende onderwand over ongeveer de helft van zijn lengte in de stromingsrichting van de lucht vanaf de
30 invoerzijde is voorzien van een waterverspreidende en/of watervasthoudende laag, bijvoorbeeld een dunne laag Portland-cement. Uitsluitend in die zone zijn de sproeiers 6 geplaatst. In de uitvoeringen volgens de figuren 1, 2 en 3 zijn die in een regelmatig patroon
35 verspreidt over het gehele oppervlak geplaatst. De tweede helft van de onderwand, warmer dan de eerste helft, kan de doorgevoerde, bevochtigde en onder ideale omstandigheden afgekoelde lucht vervolgens weer opwarmen,

waardoor de temperatuur van de tweede helft van de onderplaat afneemt, terwijl door de gestegen luchttemperatuur de oplosbaarheid van waterdamp toeneemt waardoor gevaar op condensvorming in ruimte 10 afneemt.

5 Figuur 5 toont een variant van de uitvoering volgens figuur 4, waarin aan de stroomafwaartse zijde oppervlakte-vergrotende middelen 14 zijn aangebracht aan de warmtegeleidende onderwand. Dergelijke vinnen kunnen bijvoorbeeld zijn vervaardigd van een warmtegeleidend
10 materiaal als koper of aluminium.

 Figuur 6 toont een uitvoering, waarin hemelwater, in het bijzonder regenwater, wordt verzameld via een opvangbak 29 die afwatert in een reservoir 22, dat bovendien voorzien kan worden van een vuldop, via een
15 leiding 30 en via de dakgoot 31 via een leiding 30 in bijvoorbeeld een tweede reservoir 22, dat ook is voorzien van een vuldop 28 met een pomp 23 en een leiding 24, die aansluit op het niet-getekend leidingensysteem en de sproeiers 6, waarbij de verbindingsleiding 32 het water
20 uit de dakgoot 31 aan de andere zijde aanvoert.

 De inrichting volgens figuur 3 in een auto kan aldus zonder externe energietoevoer werken, of eventueel op met zeer gering energieverbruik, namelijk het optionele verbruik van de ventilatormiddelen 7. Dat
25 schept additionele mogelijkheden: Stel dat de auto wordt geparkeerd in de zon en het dak zou zijn voorzien van foto-voltaïsche panelen. Dergelijke panelen, ingebouwd in een dak van een auto, zijn bijvoorbeeld bekend van de Duitse autofabrikant Audi. Audi levert als optie een
30 zonnedak dat bij een toereikende instraling van zonlicht een elektrische ventilator voedt die het interieur tijdens het parkeren ventileert, waardoor de temperatuur in het interieur minder extreem toeneemt dan in het geval van een niet-geventileerde cabine. Een dergelijk bekend
35 systeem koelt feitelijk niet, maar ventileert slechts. Als de van het zonnepaneel afkomstige elektrische energie nu in de configuratie volgens figuur 1 wordt gebruikt in combinatie met de inrichting 2, wordt een koelend effect

gerealiseerd met een fractie van de energie, benodigd voor spui-ventilatie. Er vindt koeling plaats op de positie waar hij het meeste invloed heeft, namelijk aan de bovenzijde waar zich na het instappen van personen hun
5 hoofden bevinden zodat deze personen het behaaglijke effect van stralingsabsorptie beleven.

Opgemerkt wordt, dat het als zinvol wordt beschouwd, in deze toepassing het binnenoppervlak van het dak 3 van de ruimte 10 te isoleren, bijvoorbeeld door
10 middel van een laag geëxpandeerd polystyreen-schuim. Hiermee wordt voorkomen, dat het koelende effect als gevolg van de werking van de koelinrichting ten dele teniet wordt gedaan door een te sterke opwarming onder invloed van zonne-instraling.

15 De figuren 7 en 8 tonen een paneelvormige koelinrichting 15 volgens de uitvinding, bestemd om bijvoorbeeld aan een plafond te worden opgehangen of daarin verdiept te worden geplaatst. Waar toepasselijk en zinvol, zijn voor de figuren 7 en 8 dezelfde
20 verwijzingsgetallen gebruikt als in figuur 1.

In plaats van een op afstand geplaatste ventilator omvat de inrichting 15 twee tangentiële ventilatoren 16 die een geringe diameter hebben en een
25 lengte bezitten, die ongeveer de helft bedraagt van de breedte van de inrichting 15. Omwille van de mechanische stijfheid vertoont de inrichting twee compartimenten die door een verticale scheidingswand 17 van elkaar
30 gescheiden zijn. Dit principe is in het kader van de uitvinding meer algemeen toepasbaar in het kader van het gebruik van modulariteit.

Aan de uitblaaszijde vertoont de bovenwand 18 twee afvoerspleten 19, die uitmonden in respectieve plenumkamers 20, die de gekoelde bevochtigde lucht 11
35 afvoeren via een afvoeropening 21, die bijvoorbeeld via een leiding buiten de gebruikruimte uitmondt. In een niet-getekende alternatieve uitvoering zouden de ventilatoren 16 ook aan de afvoerzijde geplaatst kunnen zijn en wordt lucht ingezogen via de plenumkamers 20.

In een verdere, niet-getekende alternatieve uitvoering zouden de plenumkamers achterwege gelaten kunnen worden, omdat de door verdamping van water bevochtigde, door kamer 10 gestroomde lucht onder
 5 gebruikelijke omstandigheden weinig invloed zal hebben op de relatieve luchtvochtigheid in gebouwen.

Deze inrichting zou ook kunnen worden aangesloten op de ventilatie-inrichting of ontluchting van een gebouw of een eventueel aanwezige
 10 "zonneshoorsteen", waarbij op basis van een thermosifonwerking de gehele afzuiging volledig passief kan plaatsvinden.

Figuur 9 toont een zogenaamde kanaalplaat 39, een paneel, dat is opgebouwd uit twee platen met
 15 daartussen onderling evenwijdige ribben, een grote gelijkenis vertoont met golfkarton, en op een vergelijkbare manier als behuizing voor de koeler zou kunnen worden gebruikt als de behuizing van de koeler volgens figuur 7 en figuur 8.

20 Waar toepasselijk en zinvol, zijn voor de figuren 9, 10, 11 en 12 dezelfde verwijzingsgetallen gebruikt als in de figuren 1 tot en met 9.

De in de figuur onderste plaat 4 is aan de naar de binnenzijde van het paneel gerichte zijde voorzien van
 25 een vochtvasthoudende laag 5. De tweede plaat van de kanaalplaat vormt de wand 18. De tussenliggende ribben zijn te vergelijken met de verstevigingen 17. Kanaalplaten zijn bijvoorbeeld te verkrijgen uitgevoerd in PMMA (PolyMethylMethAcrylaat), PC (PolyCarbonaat) en
 30 PP (PolyPropyleen). De laatste uitvoering is overwegend zeer dunwandig. Gangbare uitvoeringen wegen 300-500 gram per vierkante meter bij een paneeldikte van 3-5 mm.

Figuur 10 toont een variant van de kanaalplaat volgens figuur 9. De onderste plaat 4 is nu bijvoorbeeld
 35 een metalen plaat waarop een tweede metalen plaat 40 is aangebracht met min of meer U-vormige kanalen. In de kanalen is aan de naar de tweede plaat 40 gerichte zijde van uitgestrekt vlak 4 een vochtvasthoudende laag 5

aangebracht.

Door eerst het koelende medium, bijvoorbeeld water, volgens pijlen 41 door de U-vormige kanalen te voeren en af te voeren volgens pijlen 42 wordt de
 5 vochtvasthoudende laag 5 bevochtigd. Vervolgens wordt lucht uit de gebruikruimte volgens pijlen 41 door de U-vormige kanalen gevoerd en afgevoerd volgens pijlen 42.

Figuur 11 toont een koeler, vergelijkbaar met die van figuur 8 en 9, die is neergelegd op een tafelblad
 10 44.

De plaat 4 is nu, in tegenstelling tot de plafondplaat volgens figuur 8 en 9, naar boven gericht. Vanuit het waterreservoir 43 wordt intermitterend koelmiddel, bijvoorbeeld water, toegevoerd naar de
 15 kanalen van kanaalplaat 39 volgens figuur 9 om de niet-getekende vochtvasthoudende laag 5 te bevochtigen. De tangentiële ventilator 16 voert lucht door de kanalen van kanaalplaat 39 zodat de plaat 4 door de onttrekking van verdampingswarmte door verdamping van het koelmiddel
 20 afkoelt.

Figuur 12 toont een gedeeltelijk opengewerkt aanzicht van een koeler, vergelijkbaar met die van figuur 11, waarbij een axiale ventilator 48 via een plenum kamer 47 lucht door kanaalplaat 39 blaast. De plaat 4 is hier
 25 weer naar boven gericht.

Koelmiddel, bijvoorbeeld water, druppelt via geschikt gedimensioneerde gaten uit het reservoir 45 in de kanalen van kanaalplaat 39 ter bevochtiging van de in de tekening niet zichtbare vochtvasthoudende laag 5.
 30 Eventueel overtollig koelmiddel wordt opgevangen in het reservoir 46. Uit het reservoir 46 kan het koelmiddel worden teruggepompt naar het reservoir 45 of door middel van capillaire werking terugvloeien naar het reservoir 45. Ook is het denkbaar, dat het overtollige koelmiddel
 35 handmatig wordt teruggeschonken in reservoir 45.

Deze koeler zou in deze uitvoering opnieuw op een tafelblad gelegd kunnen worden. Als de kanaalplaat 39 over 180° gedraaid wordt om de lengte-as van de kanalen,

ontstaat opnieuw een plafondplaat.

Voor zowel de getekende uitvoering van de figuren 1 tot en met 6 voor toepassing in bijvoorbeeld voertuigen, figuren 7 en 8 als plafondplaat en 9 tot en met 12 als zeer dun uitgevoerde koeler, zowel als 5 plafond- als bijvoorbeeld tafelbladkoeler geldt, dat, onder gebruikmaking van bijvoorbeeld glas, PMMA en PC als materiaal voor de voor de werking belangrijke platen van de kamer waardoorheen lucht gevoerd wordt, waarop op de 10 relevante zijden volgens 5 een vochtvasthoudende laag wordt aangebracht die transparant is, zoals bijvoorbeeld een doorzichtige, hygroscopische polymeer, een doorzichtige koeler gemaakt kan worden.

In plaats van een vochtvasthoudende laag 5 zou 15 ook een ander middel ter verkleining van de oppervlaktespanning van het koelmiddel, bijvoorbeeld water, gebruikt kunnen worden. Hierbij kan worden gedacht aan een langzaam zelf-opofferende laag van een zeepachtige substantie, een oppervlaktebehandeling als 20 een corona-behandeling of oppervlakte-ruwing.

Ook deze alternatieven voor de vochtvasthoudende laag kunnen geheel doorzichtig zijn, zeker als ze enigszins bevochtigd zijn.

Het zichtbaar zijn van het koelmiddel, 25 bijvoorbeeld water, zou bovendien een placebo-effect kunnen opwekken bij de personen in de gebruiksruimte.

4X/2IU54/SB/4p.nl

Conclusies

- 5 1. Inrichting voor het teweeg brengen van een
koelend effect in een ruimte, bijvoorbeeld een
verblijfsruimte, een kantoorruimte, een woonkamer, of een
cabine in een vervoermiddel, zoals een auto, een boot of
een vliegtuig of dergelijke,
- 10 gekenmerkt door
een huis met een warmtegeleidende wand, welk
huis een voor lucht doorstroombare kamer begrenst;
een aan de kamer aansluitende luchttoevoer die
aan de genoemde ruimte aansluit;
- 15 een aan de kamer aansluitende luchtafvoer;
luchttransportmiddelen, bijvoorbeeld
ventilatormiddelen, voor het van de luchttoevoer via de
kamer naar de luchtafvoer transporteren van lucht; en
bevochtigingsmiddelen voor het met een
- 20 verdampbare vloeistof, bijvoorbeeld water, bevochtigen
van het binnenoppervlak van de genoemde wand;
een en ander zodanig, dat door de
luchttransportmiddelen getransporteerde lucht via de
luchttoevoer in de kamer wordt ingevoerd,
- 25 in de kamer langs het bevochtigde binnenoppervlak van de
genoemde wand strijkt en via de luchtafvoer uit de kamer
wordt afgevoerd, waardoor aan het warmtegeleidende
binnenoppervlak aanwezig water verdampt en door de
langsstromende lucht wordt meegevoerd, en de genoemde
- 30 wand wordt afgekoeld.
2. Inrichting volgens conclusie 1, waarin de
luchtafvoer buiten de te koelen ruimte uitmondt.
- 35 3. Inrichting volgens een der voorgaande
conclusies, waarin de wand althans min of meer
horizontaal opgesteld is.

4. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarin het huis is uitgevoerd als een hol paneel met een lineaire afmeting dwars op de wand, die ten hoogste $1/10$, bij voorkeur $1/20$, meer bij voorkeur $1/30$ tot $1/50$, van een representatieve lineaire afmeting, bijvoorbeeld de lengte of de breedte, van de genoemde wand bedraagt.

5. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarin het genoemde binnen-oppervlak zodanig is uitgevoerd, dat water zich daarover verspreidt zonder druppelvorming.

6. Inrichting volgens conclusie 5, waarin het genoemde binnen-oppervlak vooraf is onderworpen aan een corona-behandeling.

7. Inrichting volgens conclusie 5, waarin het genoemde binnen-oppervlak is voorzien van een hydrofiele deklaag.

8. Inrichting volgens conclusie 5, waarin het genoemde binnen-oppervlak is voorzien van een poreuze deklaag, bijvoorbeeld van een cement, zoals Portland-cement, of een vezelige mat.

9. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarin de bevochtigingsmiddelen een aantal druppelaars of sproeiers omvatten.

10. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarin althans aan de binnenzijde en althans aan een deel van de warmtegeleidende wand warmtegeleidende oppervlakte-vergrotende middelen toegevoegd zijn, bijvoorbeeld vinnen, welke oppervlakte-vergrotende middelen in rechtstreeks thermisch contact met de wand verkeren.

11. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarin de oppervlaktevergrotende middelen aan het binnenoppervlak van de wand zijn toegevoegd.

5 12. Inrichting volgens een der voorgaande conclusies, waarin de bevochtigingsmiddelen alleen werkzaam zijn in de stroomopwaartse zone van de wand, zodanig, dat de in die zone gekoelde lucht de resterende, stroomafwaartse zone van de wand afkoelt.

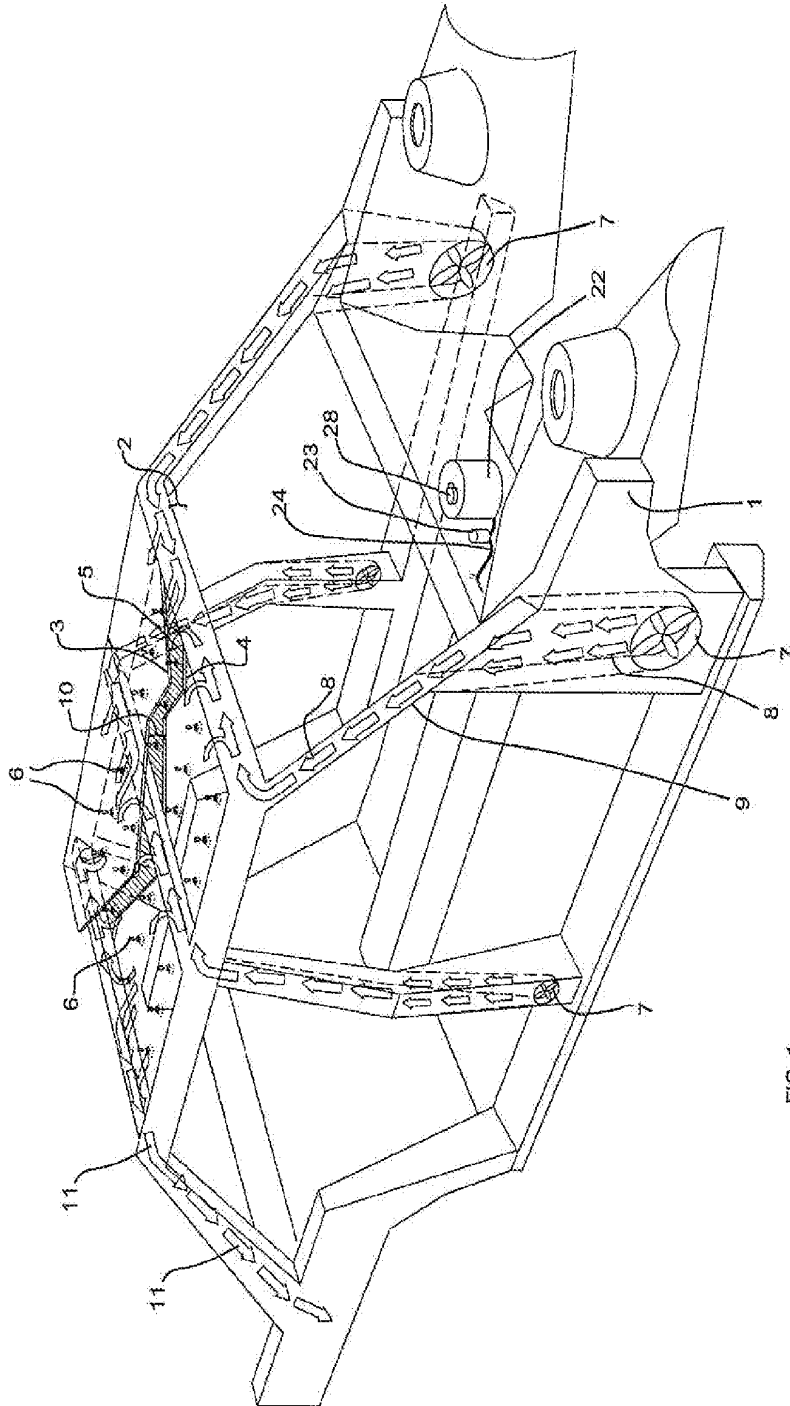


FIG. 1

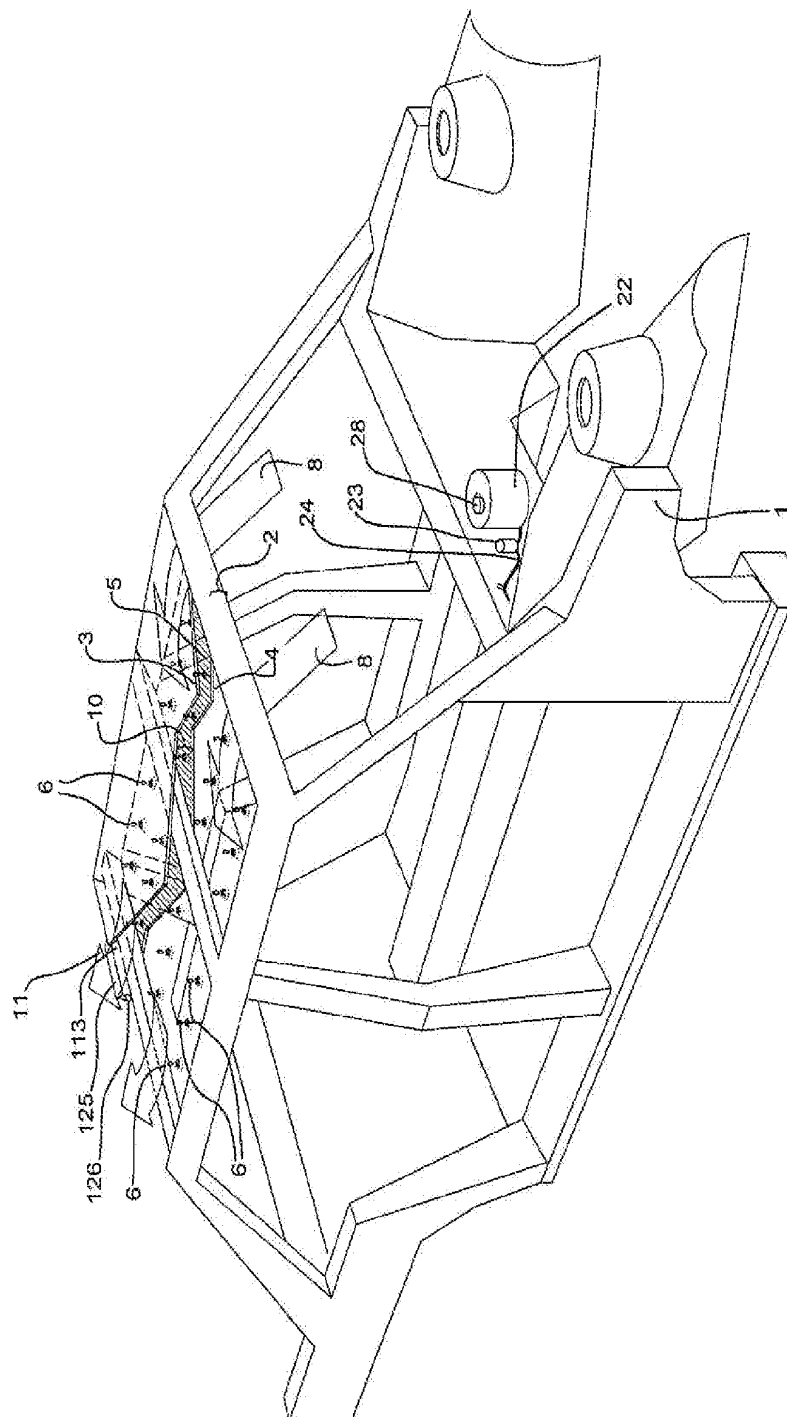


FIG. 2

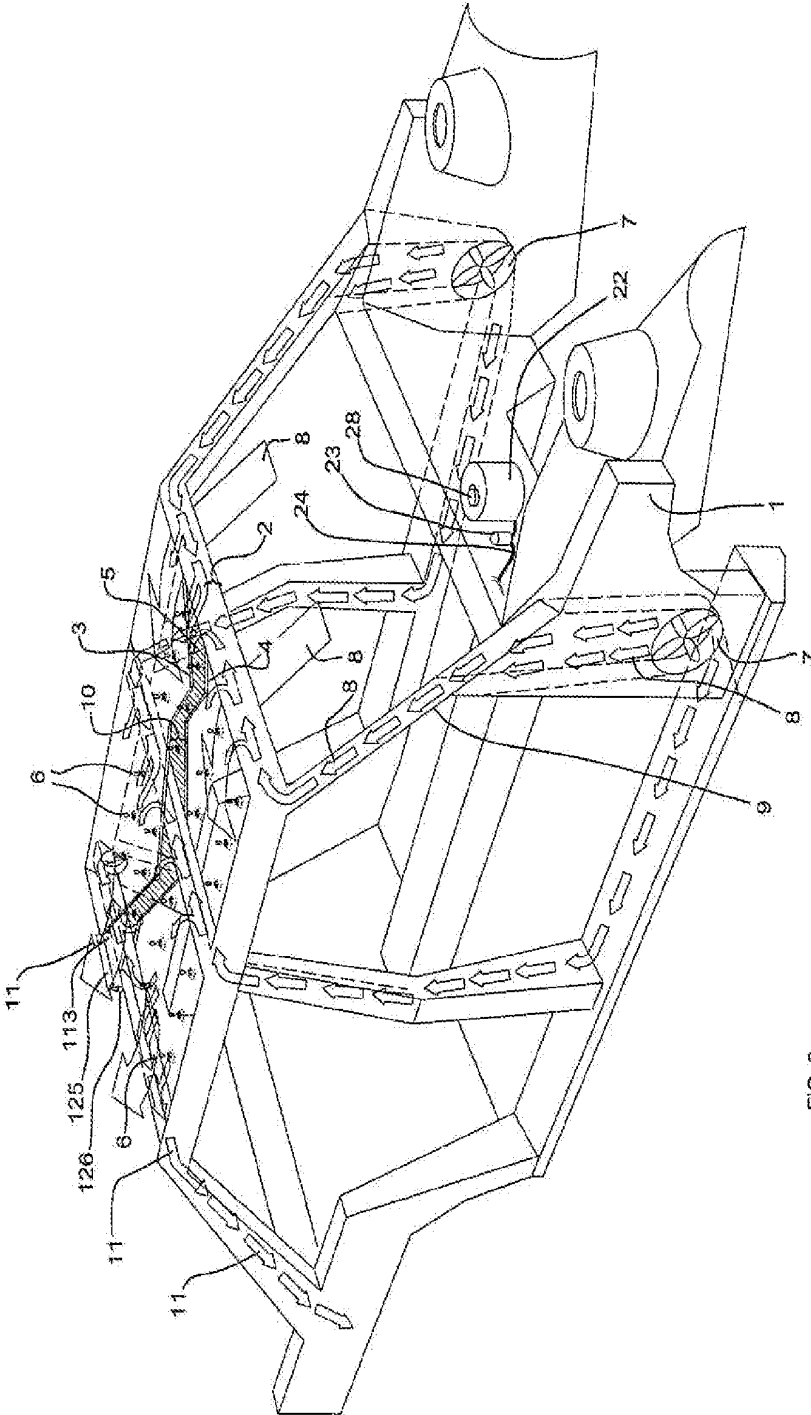


FIG. 3

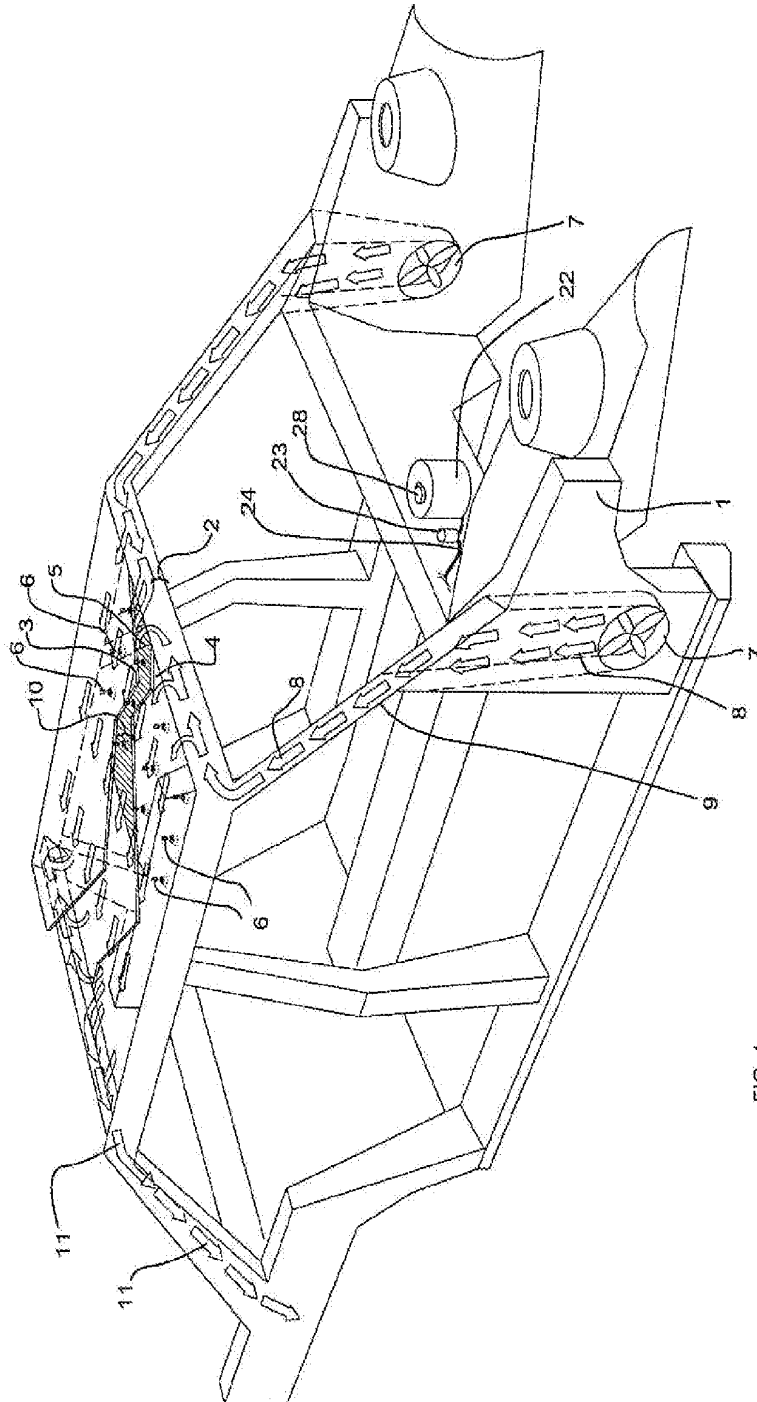


FIG. 4

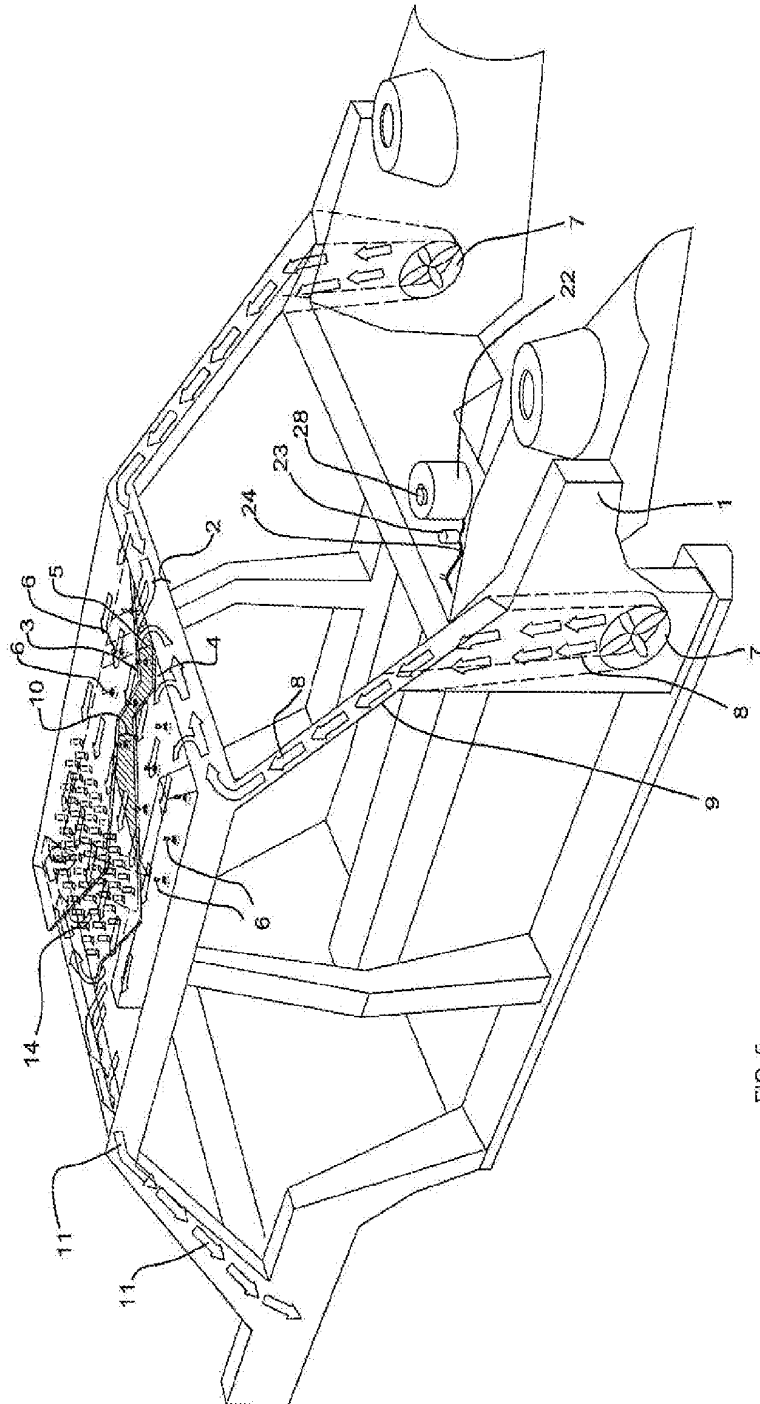


FIG. 5

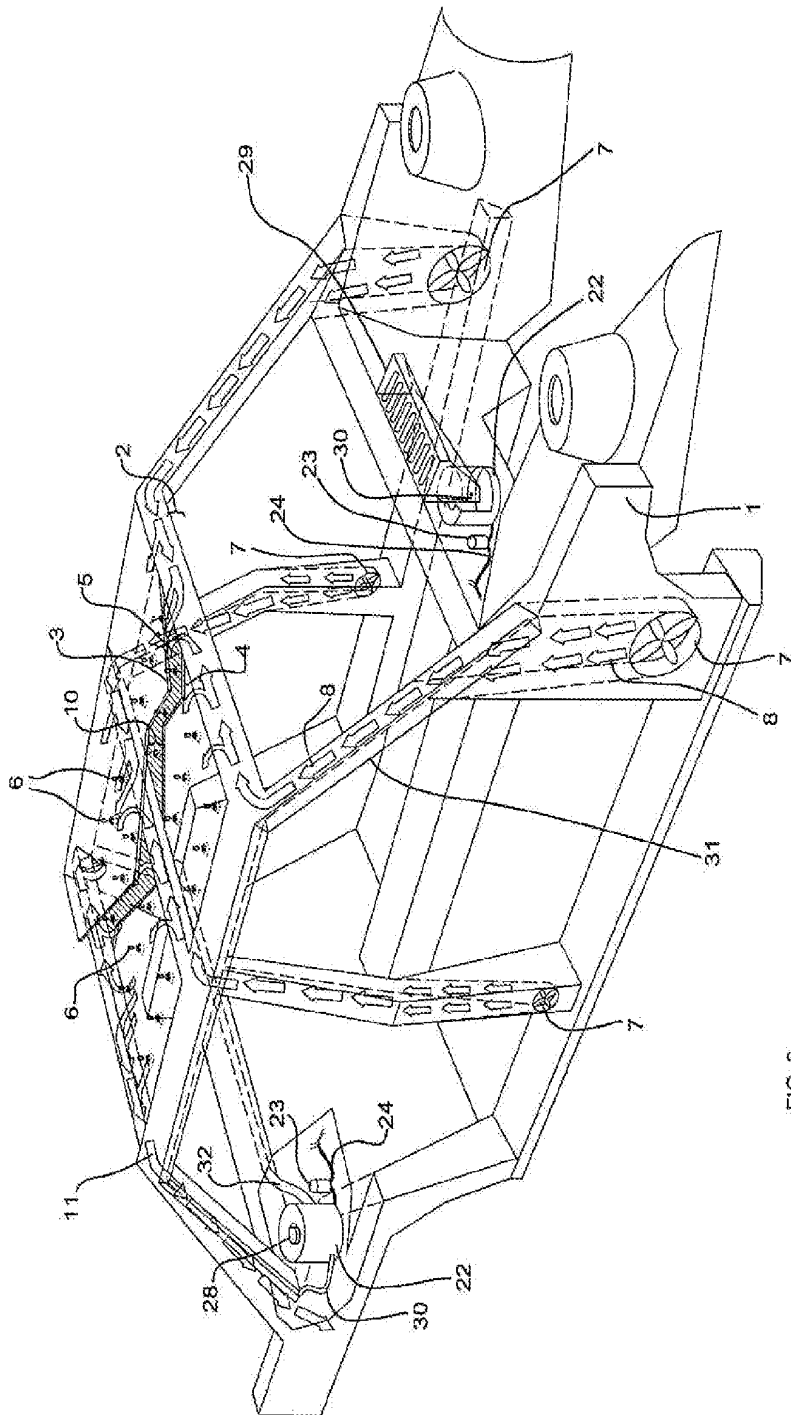


FIG. 6

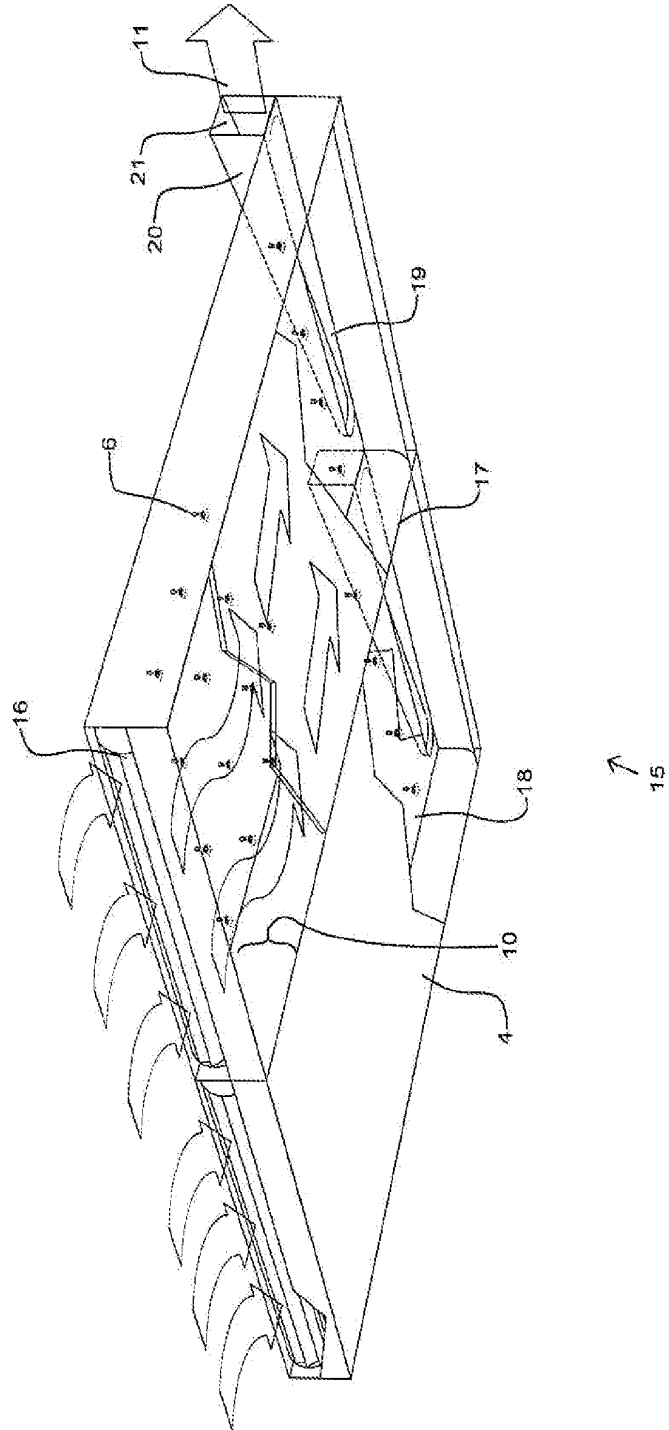


FIG. 7

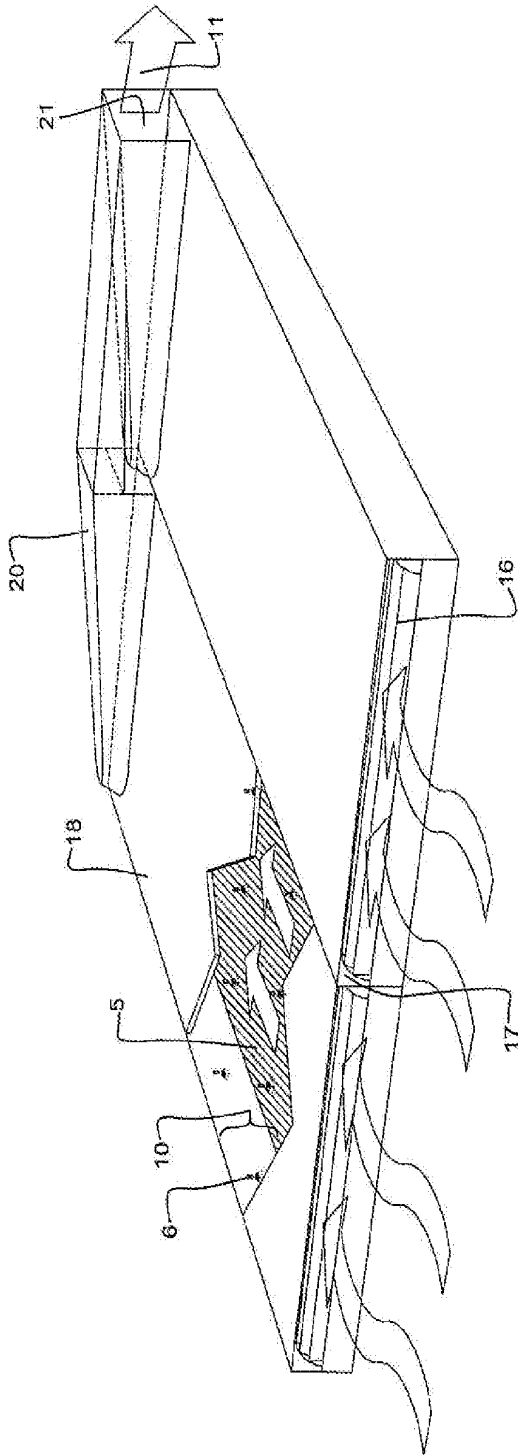


FIG. 8

↑
15

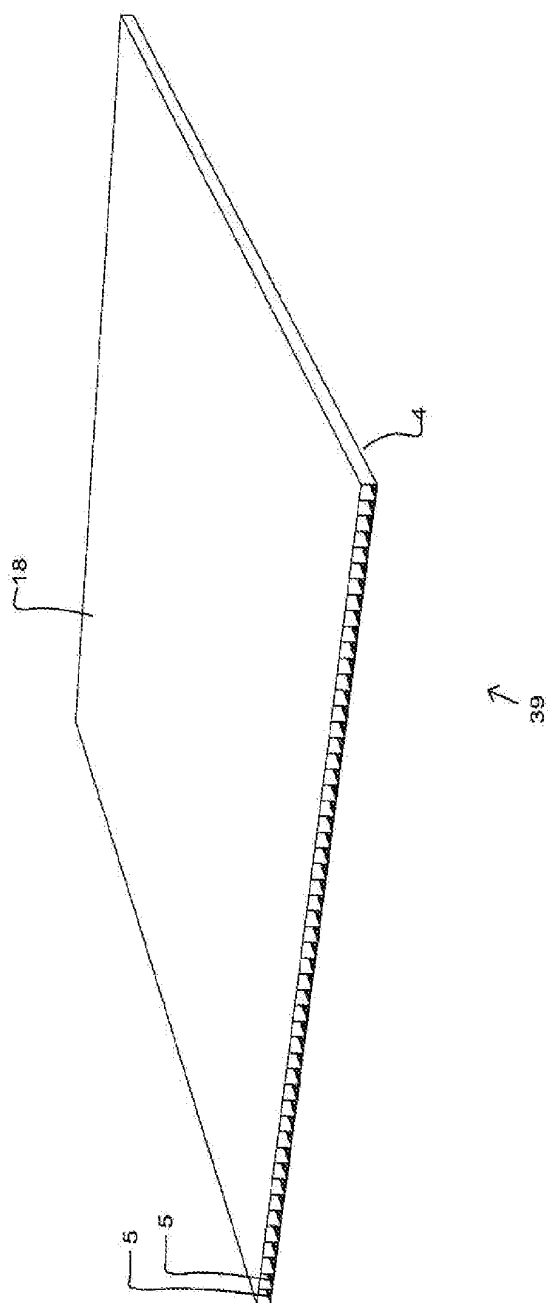


FIG. 9

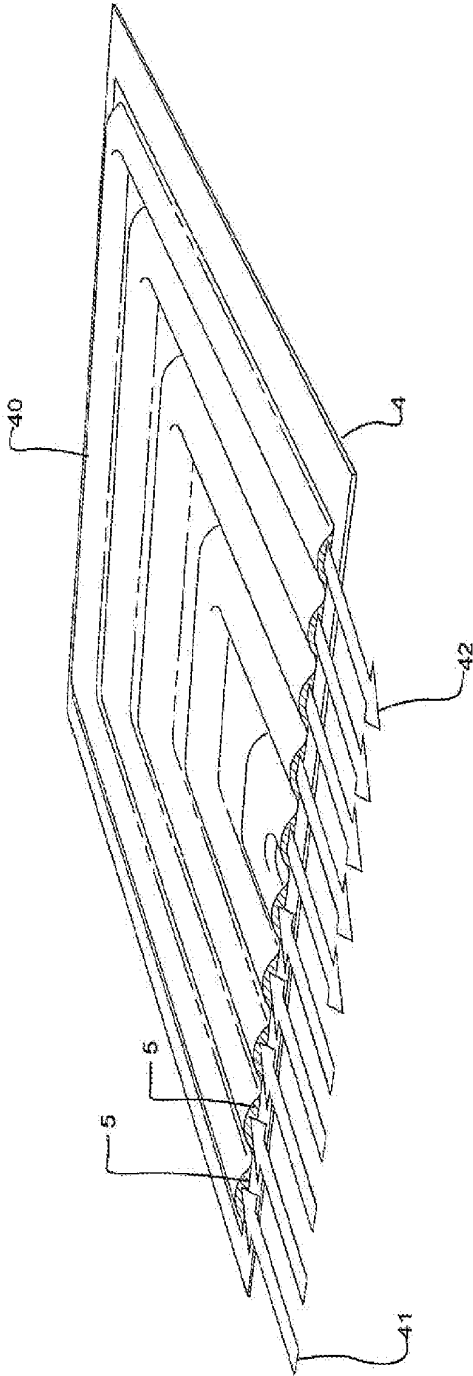


FIG. 10

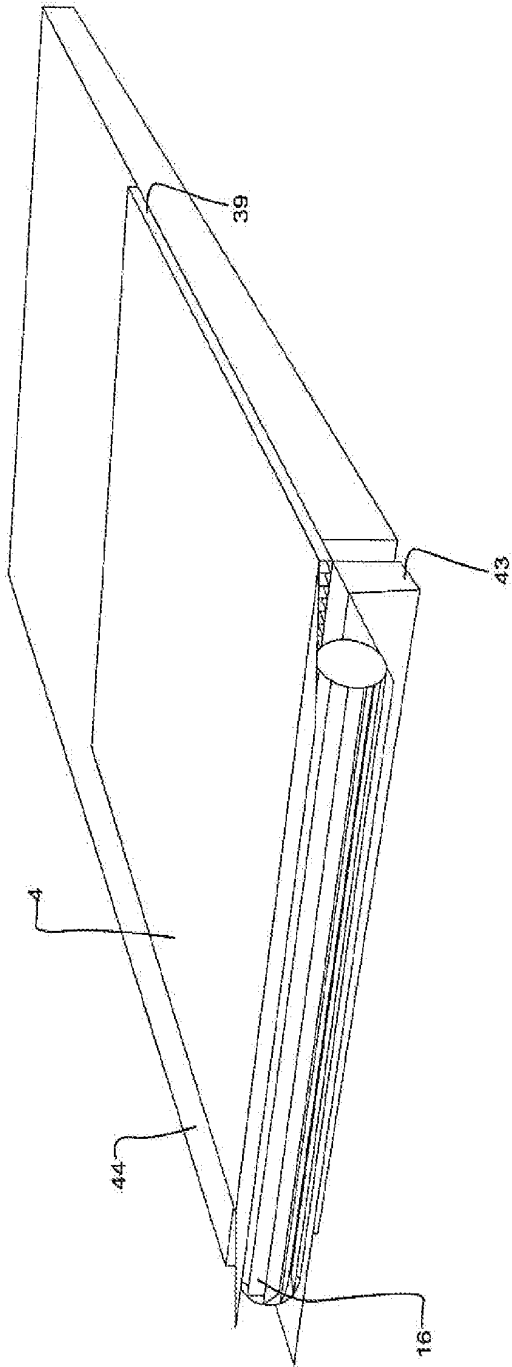


FIG. 11

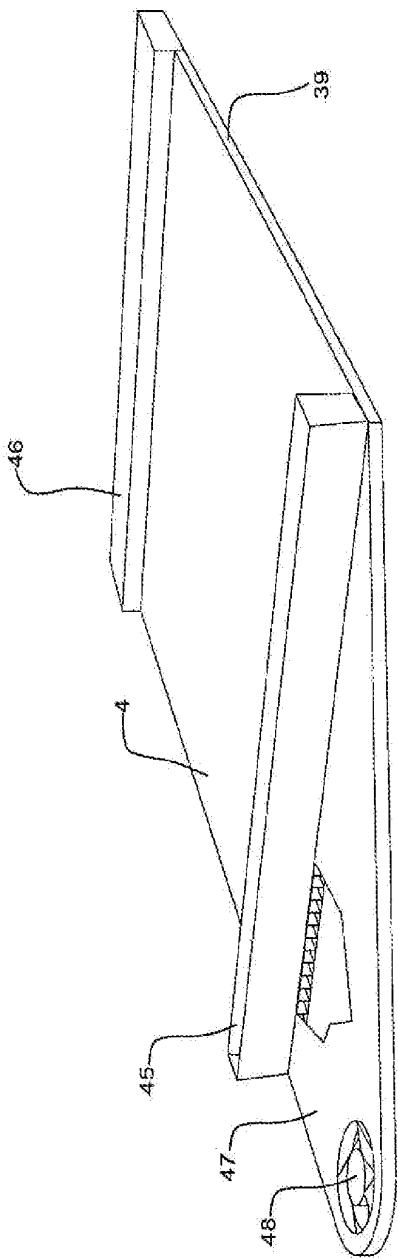


FIG. 12