



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 037 342 A1** 2007.04.12

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 037 342.9**

(22) Anmeldetag: **04.08.2005**

(43) Offenlegungstag: **12.04.2007**

(51) Int Cl.⁸: **C09K 5/08** (2006.01)

H05K 7/20 (2006.01)

G06F 1/20 (2006.01)

(71) Anmelder:

**LiquidSi Technologies GmbH & Co.KG, 30539
Hannover, DE**

(74) Vertreter:

Horak, M., Dipl.-Ing., Rechtsanwalt, 30161 Hannover

(72) Erfinder:

Gruhn, Patrick, 30880 Laatzen, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 43 37 692 C2

US2002/01 96 538 A1

US2002/01 86 604 A1

US 61 66 907 A

US 52 45 508 A

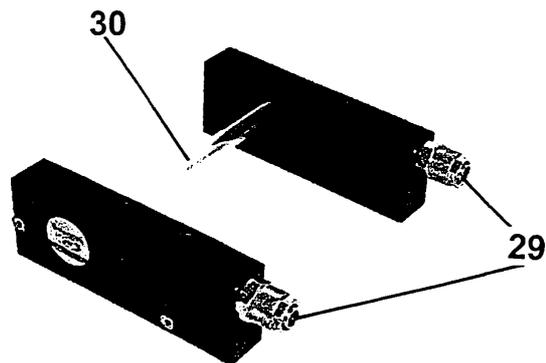
EP 00 09 605 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Kühlsystem für elektronische Einrichtungen**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Kühlmedium zur Verwendung als flüssiges Kühlmittel und ein Kühlsystem unter Verwendung dieses Kühlmediums zur Kühlung elektronischer Einrichtungen, wie Computer- und Serversysteme, Computerschränke, Serverschränke, Netzwerkschränke, Schaltschränke oder dergleichen, wobei das Kühlmedium als Kühlfluid ausgebildet ist, welches eine hohe Wärmeleitfähigkeit und einen hohen spezifischen elektrischen Widerstand aufweist. Dabei ist vorgesehen, dass mehrere voneinander unabhängige Kühlkreisläufe unter Verwendung des Kühlfluids für die einzelnen Komponenten einer elektronischen Einrichtung, vorzugsweise von Computer- oder Serversystemen, in technisch verschiedenen Lösungen entsprechend ihrer Funktionalität realisierbar sind. Bei Einbau mehrerer Serversysteme in einen Serverschrank oder Rack ist eine zentrale Versorgung der Geräte mit Kühlfluid vorgesehen. Zur Erhöhung der Ausfallsicherheit werden wichtige Kühlsystem-Baugruppen, wie Steigleitungen 14 oder Pumpen, in doppelter Ausführung vorgesehen.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein flüssiges Kühlmittel und ein Kühlsystem unter Verwendung dieses flüssigen Kühlmittels für elektronische Einrichtungen und Baugruppen, wie sie bevorzugt in Computer- und Serversystemen enthalten sind. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Kühlsystem welches in Netzwerkschränken, Computer- oder Serverschränke, auch als „Racks“ oder „Serverracks“ bezeichnet, Verwendung findet.

[0002] In vorgenannten Computer- oder Netzwerkschränken werden mehrere Datenverarbeitungsgeräte oder elektronische Baugruppen zusammengefasst und über eine gemeinsame Medienversorgung, wie Netzstromversorgung, Datenleitungen oder Kühlwasserleitungen miteinander verbunden. Es hat sich besonders durch die stürmischen Entwicklung der lokalen und der weltweiten Datenkommunikation als erforderlich erwiesen, eine dem stetig steigenden Leistungsbedarf angemessene Netzwerktechnik bereit zustellen. Speziell der hohe Speicher- und Datenverarbeitungsbedarf der Internetanwendungen erfordert immer komplexerer Serversysteme und Datafarmen. Um den Bedarf gerecht zu werden, wird dabei die Leistungsfähigkeit der integrierten Schaltkreise und die Anzahl der auf einen Halbleiterchip integrierten Bauelemente ständig erhöht. Es besondere Rolle spielen dabei die in Computern als CPU (Central Processor Unit) verwendeten Mikroprozessoren. Unter hohem Aufwand wird daran gearbeitet die Operationsgeschwindigkeit von Prozessoren erhöhen, sowie weitere Funktionen und Speicherbereiche in den Prozessor zu integrieren. Allerdings geht das nicht ohne eine erhöhte elektrische Leistungsaufnahme des Prozessors.

[0003] Neben der erwünschten Signalverarbeitung und Leistungsabgabe, wird die aufgenommene elektrische Leistung bei jedes elektronische Bauelement und besonders auch bei Mikroprozessoren als Verlustleistung in Wärme umgewandelt. Da integrierte Schaltkreise nur in einem recht eng begrenztem Temperaturbereich zuverlässig arbeiten, ist wichtig die entstehende Verlustwärme kontinuierlich und sicher abzuführen.

Stand der Technik

[0004] Bei bekannten Computersystemen wird dazu in der Regel ein metallischer, gut wärmeleitfähiger Kühlkörper verwendet, auf dem ein Lüfter aufgebracht ist, der die entstehende Wärme in die Umgebung abführt. Der Kühlkörper steht meist über einen Klebstoff mit dem Mikroprozessor in wärmeleitenden Kontakt. Diese Form der Luftkühlung stößt jedoch bei den wachsenden abzuführenden Wärmeverlustleistungen moderner Mikroprozessoren an ihre Grenzen.

[0005] Besonders beim Betrieb einer Vielzahl von Servern in Server- oder Netzwerkschränken summieren sich die Wärmeverlustleistungen der Baugruppen und Prozessoren zu kaum noch zu beherrschenden thermisch Problemen. Deshalb wurden Vorschläge gemacht, die Kühlkörper der Prozessoren mit Wasser anstatt mit Luft und den Einsatz von Lüftern zu kühlen. Dabei wird ein mit Wasser durchströmter Kühlkörper in einen möglichst guten Wärmekontakt zur Oberfläche des Prozessors angeordnet, was durch die bekannte Verwendung von Wärmeleitpaste an der Grenzfläche zwischen Kühlkörper und Prozessor noch verbessert werden kann. Bei solchen Systemen besteht immer die Gefahr, dass durch undichten Stellen austretendes Wasser zur Zerstörung (Kurzschluss) und Korrosion der gekühlten, wie auch von benachbarten Baugruppe führen kann. Solche Unfälle können zu teuren Ausfallzeiten der Datentechnik führen.

[0006] In wassergekühlten Systeme können sich außerdem schnell Algen bilden, welche den Kühlkreislauf mit der Zeit zersetzen können.

[0007] So ist aus der DE 10335197 A1 eine Kühlvorrichtung für Mikroprozessoren bekannt, deren Kühlkörper aus zwei Teilen besteht, wobei der obere, vom Prozessor entferntere Teil abnehmbar ausgebildet ist. Dadurch soll der Vorteil erzielt werden, bei einer notwendigen Demontage des Prozessorkühlsystems nur den abnehmbaren oberen Teil des Kühlkörpers austauschen zu müssen. Der lösbare Kühlkörperteil ist dabei mit Zu- und Ablaufanschlüssen versehen, was die Verwendung flüssiger Kühlmittel ermöglicht.

[0008] Für den Einsatz dieser Technik in Racksystemen wird die Anordnung einer zentralen Vorlauf- und einer Rücklaufsteigleitung innerhalb des Racks vorgeschlagen, welche für die einzelnen Server Kühlflüssigkeitsanschlüsse vorsehen, so dass ein geschlossener Kühlkreislauf entsteht. Den bei dieser Technik auftretenden Nachteil einer wiederum nur „indirekten Kühlung“ des Hauptwärmeerzeugers CPU, versucht die in der DE 202005000007 U1 durch eine „direkte Flüssigkeitskühlung“ der Prozessoren offenbarte Technik zu beseitigen. Die hier vorgeschlagene Kühltechnik verwendet eine „elektrisch nicht leitende Flüssigkeit“, wie ein spezielles Pflanzenöl, dass im Prozessorgehäuse mittels ebenfalls im Prozessorgehäuse angeordneter Mikro-Flüssigkeitspumpe zirkuliert. Die Kühlflüssigkeit wird dann durch ein Radiator abgekühlt. Ein weiteres bekanntes Flüssigkeitskühlsystem für mehrere in einem Rack oder Schaltschrank untergebrachte Elektronikbaugruppen ist aus der DE 10310282 A1 bekannt. Dieses Kühlsystem weist ein in einen Schaltschrank integriertes zentrales Flüssigkeitsleitsystem auf, dass insbesondere Steuerungs- und Überwachungsfunktionen für die wichtigsten Parameter des Kühlkreislaufs ausführt. Die von der Kühlflüssigkeit aufge-

nommene Wärme wird über einen außerhalb des Racks befindlichen Wärmetauscher abgeführt.

[0009] In diesen vorbekannten Kühlsystemen werden meist nur Teillösungen der Probleme zur Kühlung elektronischer Komponenten angeboten. Dabei finden neben der Kühlung der CPU andere wärmeerzeugende Baugruppen kaum Beachtung, obwohl diese bei den hier betrachteten Computer- und Serversystemen auch eine zunehmende Rolle als Wärmequelle spielen.

Aufgabenstellung

[0010] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Kühlsystem mit einem flüssigen Kühlmedium für den Einsatz in elektronische Einrichtungen, wie Computer- und Serversysteme, Computerschränke, Serverschränke, Netzwerkschränke, Schaltschränke oder dergleichen, anzugeben, das die bekannten Nachteile des Standes der Technik vermeidet und von der Umgebungstemperatur unabhängig arbeitet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, eine Lösung anzugeben, die es erlaubt neben der CPU auch die anderen Baugruppen eines Computer- oder Serversystems wirkungsvoll zu kühlen.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 4 und 12 gelöst. In der Unteransprüchen sind weitere vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung angegeben.

[0012] Danach ist der erfindungsgemäße konstruktive Aufbau eines zuverlässigen und von der Umgebungstemperatur unabhängigen Kühlsystems eng mit den chemischen und physikalischen Eigenschaften des verwendeten Kühlmittels verbunden.

[0013] Erfindungsgemäß wird als Kühlmittel ein Kühlmedium vorgeschlagen, welches eine hohe Wärmeleitfähigkeit, vorzugsweise eine mindestens 25 mal höhere Wärmeleitfähigkeit als Wasser und ein hoher spezifischer elektrischer Durchgangswiderstand, etwa höher als der von Glas oder Gummi hat.

[0014] Das erfindungsgemäße Kühlmedium stellt eine chemisch inerte und reaktionsneutrale Stoffzusammensetzung gegenüber in den elektronischen Komponenten verarbeiteten Materialien und Metallen dar und hat eine hohe Temperaturbeständigkeit von mindestens 400 C° bis – 60 C°. Es weist eine chemisch und physiologische Indifferenz auf, ist also toxologisch unbedenklich und verfügt über eine hohe chemische und physikalische Beständigkeit in seiner Anwendung.

[0015] Das vorzugsweise aus Polydimethylsiloxanen bestehende Kühlfliuid, erlaubt durch seine stofflichen Eigenschaften eine direkte Kühlung elektronischer Baugruppen in Computer- Serversystem oder

anderen elektronischen Einrichtungen.

[0016] Dabei sollen erfindungsgemäß für die einzelnen elektronischen Baugruppen jeweils getrennte und entsprechend ihrer Funktionalität, Wärmeentwicklung und Wärmeübertragung konstruktiv angepasste, unterschiedlich wirkende Kühlmittelkreisläufe vorgesehen sein.

[0017] Für die Kühlung der Baugruppen eines Computer-/Serversystems werden getrennte Kühlmittelkreisläufe vorgeschlagen, bei denen jeweils ein Kühlmittelkreislauf für das Mainboard **3** mit CPU, ein Kühlmittelkreislauf für das elektronische Netzteil **4** und einer für die Speicherlaufwerke, welche vorzugsweise als Festplattenlaufwerke **10** ausgebildet sind, vorgesehen ist. Dabei befindet sich das Mainboard mit der CPU in einem flüssigkeitsdichtem Gehäuse und wird durch Kühlfliuid umspült.

[0018] Die Verwendung dieser mit dem erfindungsgemäßen Kühlsystem aufgebauten Computer-/Serversysteme in Rechenzentren oder Serverfarmen der Hostprovider stellt die größte Herausforderung an die Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung für den Serverschrank-/Rackbetrieb dar.

[0019] Sowohl in offenen als auch in geschlossenen Server- oder Schaltschränken bilden die in das Rack eingebauten Servern die größte Wärmequelle.

[0020] Erfindungsgemäß wird ein Serverschrank oder dergleichen zur Aufnahme mehrerer, der mit dem erfindungsgemäßen Kühlfliuid betriebenen Computer-/Serversysteme vorgeschlagen, wobei der Serverschrank zahlreiche weitere notwendige erfinderische Komponenten des Rack-Kühlsystems aufweist.

[0021] Dabei ist es möglich den Serverschrank (darunter sollen auch alle anderen Schrank- oder Regaleinrichtungen verstanden werden) sowohl mit Kühlfliuid- Serversystemen (darunter sollen auch alle anderen elektronischen Einrichtungen und Computer verstanden werden) als auch mit anders gekühlten Serversystemen zu bestücken (Mixmodus).

[0022] Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen und den [Fig. 1](#) bis [Fig. 6](#) näher erläutert werden.

[0023] [Fig. 1](#) zeigt den schematischen Aufbau des erfindungsgemäßen Computer/Serversystem mit Anschlüssen für das Kühlfliuid aus dem Kühlkreislauf des Serverschranks,

[0024] [Fig. 2](#) zeigt eine Draufsicht auf einen 19 Zoll Serverschrank (Rack),

[0025] [Fig. 3](#) zeigt die Seitenansicht eines 19 Zoll Serverschrank (Rack)

[0026] Fig. 4 zeigt das Mainboardgehäuse mit Fluidbad und elektrischen Anschlüssen

[0027] Fig. 5 zeigt das Gehäuse des Festplattenkühlkörpers und

[0028] Fig. 6 zeigt die inneren Kühlkörper des Festplattenkühlkörpers

[0029] Das erfindungsgemäße Kühlsystem dient der Kühlung von Servern- und Serversystemen welche insbesondere in Rechenzentren und/oder Serverräumen in 19 Zoll Rackbauweise eingesetzt werden. Die Kühlung der Serversysteme erfolgt dabei unabhängig von der Raumluft und Temperatur durch das erfindungsgemäße Kühlfluid.

[0030] Die Erfindung weist dabei folgende wesentliche Merkmale und Eigenschaften auf. So ist das erfindungsgemäße Kühlmedium als Fluid mit folgenden wichtigen Merkmalen ausgebildet:

Es hat einen höheren spezifischen Durchgangswiderstand als Glas oder Gummi, mehr als 640 mal bessere Wärmeleitfähigkeit als Luft und mehr als 25 mal bessere Wärmeleitfähigkeit als Wasser. Eine Temperaturbeständigkeit von 400 C° bis -60 C°, eine nur geringfügig höhere Dichte als Wasser und nur eine halb so hohe Viskosität wie z.B. Paraffinöl, dabei ist die Viskosität nur gering temperaturabhängig. Das Fluid ist ausgeprägt wasserabstoßend und hat eine ausgeprägte Oberflächenaktivität, sowie eine dreifach geringere Oberflächenspannung als Wasser, dabei aber eine hohe Grenzflächenspannung gegen Wasser und organische Polymere. Es weist kaum flüchtige Bestandteile auf, ist farb- und geruchlos, sowie chemisch und physiologisch indifferent, also absolut ungefährlich.

[0031] Erfindungsgemäß wird das Mainboard mit der CPU komplett in das Kühlfluid getaucht und darin betrieben, ebenso wird auch das Netzteil des Computer/Serversystem komplett in dem Fluid betrieben. Die Festplatten werden durch Kühlkörper, welche von dem Fluid durchströmt werden, gekühlt. In ähnlicher Art wurden Festplatten bisher schon mit Kühlwasser betrieben. Bei erfindungsgemäße Verwendung mehrerer Computer/Server in einem 19 Zoll Serverschrank, wird das Fluid am Boden des Schrankes gekühlt, beispielsweise durch einen Wärmetauscher, der an das im Regelfall in Rechenzentren bestehende Kaltwassersystem angeschlossen wird. Das Fluid wird dann durch eine Kreiselpumpe in die einzelnen im Rack eingebauten Serversysteme gepumpt. Der Zulauf zu den einzelnen Servern wird durch elektronische Ventile geregelt, die durch eine Steuereinheit angesteuert werden. Als Steuergrundlage dienen dabei die von Sensoren in den einzelnen Servergehäusen gemessenen Temperaturen.

[0032] Auf diese Weise erhält jeder Server seinem

aktuellen Kühlmittelbedarf entsprechend geregelten Zufluss an kühlem Fluid. Die Gehäuse sind erfindungsgemäß wasserdicht ausgeführt, auf die Kühlung mit Luft wird hierbei gänzlich verzichtet.

[0033] Die erfinderische Verwendung des Kühlfluids.

[0034] Das vorzugsweise eingesetzte Fluid besteht im Grunde aus Silizium, welches aus Quarz und Kohle gewonnen und mit Kupfer (CU) und Methylchlorid zu Chlorsilanen umgesetzt, sowie mit Wasser hydrolysiert, im Anschluss kondensiert oder polymerisiert wird. Als Katalysator dienen geringe Mengen Kupfer und die nun entstehenden Silane reagieren sehr leicht mit Wasser zu Silanolen. Durch Polykondensation miteinander entstehen aus den Silanolen kettenförmige Dimethylsiloxane. Es handelt sich dabei um polymere Verbindungen des Siliziums mit Kohlenwasserstoffgruppen, meist der Methylgruppen.

[0035] Durch die Wahl der organischen Reste, sowie durch die Änderung der Verhältnisse von Kettenbildner und Vernetzender Komponente können verschiedene Fluide mit ganz bestimmten Eigenschaften geschaffen werden. Für die erfindungsgemäße Verwendung derartiger Fluide als Kühlmittel für elektronische Einrichtungen werden vorzugsweise lineare Polymere eingesetzt, welche zwei organische Substituenten am Siliziumatom enthalten. Diese Dimethylsiloxane haben Eigenschaften von Flüssigkeiten bei relativen Molekülmassen, bei denen sonst feste Kunststoffe vorliegen würden. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform werden Polydimethylsiloxane (PDMS) als Kühlfluid verwendet, die in Viskositätseinstellungen von 0,65 bis 100 000 cST (centi Stokes, kinematische Viskosität) herstellbar sind. Dabei entsteht eine wasserklare Flüssigkeit, welche weitgehend Geruchs- und Geschmacksneutral ist. Vorzugsweise ist das Kühlfluid in einem medizinischen Reinheitsgrad herstellbar, so dass es den Anforderungen des Europäischen Arzneibuches, 3. Ausgabe, Monographie „Dimethicone“ entspricht. Das Fluid könnte somit bedenkenlos in der Pharmazie, z.B. als Gleitmittel oder Dispersionsmittel für Antibiotika oder in der Kosmetik als Zusatzstoff für Lippenstifte oder Cremes eingesetzt werden. Unter den CAS-Nummern 9006-65-9, 9016-00-6 und 63148-62-9 werden entsprechende Fluide im INCI und CFTA geführt. Weitere physikalischchemische, toxologische und ökotoxologische Eigenschaften dieses Fluids wurden im ECETOC-Bericht „Joint Assessment of Commodity Chemicals“, Nr. 26 September 1994 beschrieben.

[0036] Eines der wesentlichen Merkmale des Fluids für seiner Eignung als erfindungsgemäßes flüssiges Kühlmedium ist seine Reaktionsträgheit gegenüber den Metallen und Stoffen, mit denen sie in Computer-/Serversystemen oder den Kühleinrichtungen von

Racks in Berührung kommen. So ist das Fluid eine inerte Stoff gegenüber Metallen wie Eisen, Kupfer, Zinn, Aluminium, Chrom, Nickel und weitere. Andererseits reagieren auch schwache Säuren und Alkalien nicht mit dem Kühlfluid. Zu einer Zersetzung kann es jedoch durch die Einwirkung konzentrierter Säuren, wie Schwefel- oder Salpetersäure, aggressive Gase (Chlor) oder konzentrierte Alkalien kommen, besonders wenn die Einwirkung bei höheren Temperaturen stattfindet. Das Fluid ist auch unlöslich in niederen Alkoholen, wie Methanol und Ethanol, Glycolen, pflanzlichen und tierischen Ölen, Fettsäuren, Glycerin und Wasser. Die Haltbarkeit des Fluids beträgt bei Betriebstemperaturen des Kühlsystems von 0 °C bis 50 °C mindestens 36 Monate. Unter 150 °C, also im Bereich normaler Betriebstemperatur von Computersystemen, sind keine Zersetzungserscheinungen zu beobachten. Im Regelbetrieb des erfindungsgemäßen Kühlsystems für Computersysteme in Schränken wird das Fluid in einem Temperaturbereich von + 5 °C bis + 90 °C betrieben, wodurch noch enorme Reserven zu den ermittelten Grenzwerten (−65 °C bis + 275 °C) bestehen. Es sei noch erwähnt, dass das Fluid in der geringsten Wassergefährdungsklasse eingestuft ist und keinerlei Vorschriften bezüglich Gefahrenstoffeinordnung bekannt sind, es also ungefährlich für die Gesundheit von Personen ist. Vorteilhaft ist auch seine hohe Abstoßung von Wasser, es kann also nicht durch Schwitzwasser verdünnt oder verändert werden. Insgesamt weist das Fluid für die vorteilhafte erfindungsgemäße Verwendung als Kühlmittel eine besonders hohe Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitig hohem elektrischen Durchgangswiderstand auf und wird als unbedenklich gegenüber Mensch und Natur eingestuft.

[0037] In [Fig. 1](#) ist ein erfindungsgemäßes Kühlsystem **3, 4, 5, 10** unter Verwendung des Kühlfluids in einem Computer-/Serversystem **1** dargestellt. Die elektronischen Baugruppen des Serversystems **1** werden dabei durch verschiedene, an die Wärmeentwicklung des jeweiligen Baugruppe angepasste Kühlkreisläufe gekühlt. Wegen der EMV-Verträglichkeit wird das Servergehäuse **2** meist in Metall, vorzugsweise in verzinktem Stahlblech ausgeführt. Das Servergehäuse **2** umfasst weiterhin ein geschlossenes Kunststoffgehäuse **3** zur Aufnahme des Mainbords mit darauf angeordneter CPU. Das Kunststoffgehäuse ist flüssigkeitsdicht ausgeführt und mit Kühlfluid gefüllt, so dass sich das Mainboard in einer fluidgekühlten Mainboardgehäuse **27**, „Mainboardwanne“ befindet ([Fig. 4](#)). Zur Temperaturüberwachung des Fluids ist mindestens ein Temperatursensor innerhalb des Mainboardgehäuses **27** angebracht. Dieser liefert seine aktuellen Temperaturmesswerte zur Auswertung an die Steuerung des Kühlkreislaufs. Die CPU-Kühlung erfolgt im direktem Kontakt mit Kühlfluid und/oder dem Kühlkörper der CPU. Dabei kann die Zuführung des Kühlfluids vorteilhaft durch einen flexiblen Schlauch **5** erfolgen. Auch an der CPU ist ein

Temperatursensor angeordnet, der die aktuellen Temperaturwerte zur Steuerung des Kühlsystems liefert. Mittels der elektrisch regelbaren Ventile **8** wird der zur Aufrechterhaltung der Solltemperatur des Prozessors, wie auch in der Mainboardwanne notwendige Kühlfluid- Durchfluss geregelt. Wie der in [Fig. 4](#) dargestellte Querschnitt durch das Mainboardgehäuse **27** zeigt, werden die elektrischen Anschlüsse des Mainbords über einen Stecker **24** mit kurzem Verbindungskabel und in Kunststoff eingegossene Leiterbahnen **25** flüssigkeitsdicht herausgeführt. Der Durchgang durch die Kunststoffgehäusewand **23** ist dabei ebenfalls flüssigkeitsdicht ausgeführt. Die Schnittstellenverbindung mit den anderen Komponenten des Serversystems **1** wird durch Anschlussmöglichkeiten des äußeren Stecker **26** ermöglicht.

[0038] Erfindungsgemäß weist das Computer-/Serversystem **1** für seine unterschiedlichen elektronischen Einrichtungen **3, 4, 5, 10** an die Wärmeenerzeugung und die konstruktiven Gegebenheiten unterschiedliche Kühlkreisläufe auf. So ist auch das Netzteil **4** in einem flüssigkeitsdichten Metallgehäuse untergebracht und wird durch einen vom Mainboardkühlkreislauf getrennte Fluid-Kühlkreislauf versorgt. Auch hier sind wieder Temperatursensoren zur Überwachung der Kühlfluidtemperatur vorgesehen. Entsprechend den ermittelten Temperaturen, ist auch hier eine Durchflussmengenregelung vorgesehen.

[0039] Ebenso wie Mainbord **3** mit CPU und Netzteil **4** befinden sich auch die Festplatten in einem flüssigkeitsdicht abgeschlossenen Gehäuse **28, 10** mit integriertem Temperatursensor zur Bestimmung der Fluidtemperatur ([Fig. 5](#))

[0040] In [Fig. 6](#) sind die inneren Festplattenkühlkörper mit den Anschlüssen für die Fluidleitungen **29** dargestellt. Zwischen beiden Kühlkörpern **29** besteht eine Verbindungsleitung **30** in der das Kühlfluid zirkulieren kann. Auch dieser Festplattenkühlkreislauf kann unabhängig von den anderen Kreisläufen gesteuert werden. Aus den jeweilig abgedichteten Gehäusen **3, 4, 10, 27, 28** führen abgedichtete Verbindungen hinaus, um durch die Kapillarwirkung hervorgerufenen austretendes Fluid zu verhindern ([Fig. 4](#))

[0041] Wie in [Fig. 1](#) dargestellt, ist der Gehäusebereich **6** zur Kabelführung vorgesehen, während die Anschlusseinrichtung **8** die elektrisch regelbaren Ventile für die einzelnen Serverkomponenten umfasst.

[0042] Die in [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) dargestellte und beschriebene Ausführungsform eines Kühlsystems für ein Computer-/Serversystem kann nun erfindungsgemäß entweder in Alleinstellung, also ohne äußeren Kühlmittelanschluss betrieben werden oder im Hauptanwendungsfall können mehrere Server in einem Serverschrank **11**, Gestell **11** oder Schalt-

schränk **11** zusammengefasst werden. Dabei sind mehrere Serversysteme **1** an das erfindungsgemäße Kühlsystem des Serverschranks **11** (**9**, **14**, **15**, **16**, **18**, **19**, **20**, **21**) angeschlossen.

[0043] Das folgende Ausführungsbeispiel bezieht sich auf ein auf ein autarkes Kühlsystem für Computer-/Server **1** in Alleinstellung ohne äußeren Kühlmitelanschluss.

[0044] So werden üblicherweise die Servergehäuse **2** in 19 Zoll Größen ausgeführt (von 1 bis 8 HF), sowie auch als Big- und Miditower geliefert werden. Dabei besteht das Gehäuse **2** aus verzinktem Stahlblech, wodurch eine gute EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit) und Störfestigkeit gegenüber der Umgebung erreichbar ist. Die Towerausführungen der Serversysteme **1** verfügen über eine integrierte Tauchpumpe (nicht dargestellt) zur Aufrechterhaltung des Kühlfluidkreislaufs und einen in das Gehäuse **2** eingearbeiteten Wärmetauscher, der die vom Fluid abgegebene Wärme nach außen führt.

[0045] Das folgende Ausführungsbeispiel bezieht sich auf das erfindungsgemäße Kühlsystem eines Serverschranks **11** oder dergleichen gemäß [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) unter Verwendung des erfindungsgemäßen Kühlfluids und zur Aufnahme mehrerer erfindungsgemäßer Computer-/Serversysteme **1**.

[0046] Ein herkömmlicher Serverschrank besteht wie auch gewöhnliche 19 Zoll Netzwerkschränke aus Metall und verfügt über entsprechende vertikal verlaufende Lochrasterschienen um 19 Zoll Gehäuse **2** aufzunehmen. Solche Schränke **11** stehen als „Smart“ (9–24 HE) oder als normal hohe Schränke (42–50 HE) zur Verfügung. In [Fig. 2](#) ist die Draufsicht eines solchen 19 Zoll Schrankes dargestellt. Gegenüber der Schranktür **13** befinden sich im hinteren Teil des Schrankes **11** die Anschlusseinrichtungen **9** für die erfindungsgemäßen Computer-/Serversysteme **1**. Erfindungsgemäß ist es auch möglich fluidgekühlte Serversysteme **1** mit anderweitig gekühlten Serversystemen in dem Serverschrank **11** beliebig zu mischen.

[0047] Über die Anschlusseinrichtung **9** werden vorzugsweise die folgenden Anschlüsse hergestellt:

1. kühles Fluid
2. warmes Fluid
3. Temperatursensoren
4. Stromversorgung
5. Netzwerkanschlüsse

[0048] Als sehr vorteilhaft hat sich auch die erfindersische Kopplungstechnik erwiesen, welche erlaubt, dass durch einfaches Einschieben der Gehäuse **2** das Serversystem schon komplett angeschlossen ist. Es bedarf nicht mehr wie bei den bekannten technischen Lösungen des manuellen Anschließens der

einzelnen Stecker an der Rückseite des Servers. Die Anschlüsse **9** sind durch eine Gummimuffe vor Wasser geschützt. An den Servergehäusen **2** befindet sich ein Haken oder Klinkeneinrichtung, welche an der Anschlusseinrichtung **9** des Serverschranks **11** einrastet, um ein ungewolltes Herausziehen des Servers **1** aus dem Schrank zu verhindern. Zum Ablassen des Fluids aus dem Serversystem **1** und Lösen der Klinkeneinrichtung, ist an der Vorderseite des Servergehäuses **2** ein Entriegelungsknopf vorgesehen. Die Anschlusseinrichtungen **8**, **9** und die Steuerung des Kühlsystems **15** sind dabei so ausgelegt, dass ein Serversystem **1** unmittelbar nach dem Einschleiben in den Schrank **11** mit Kühlfluid befüllt wird und sich erst nach vollständiger Befüllung einschalten lässt. An den Anschlusseinrichtungen **8**, **9** befinden sich elektrisch regelbare Ventile, mit denen die Fluidmenge, welche in das Servergehäuse **2** strömt geregelt werden kann. Die Steigleitungen **14** ([Fig. 2](#)) zur Versorgung der Serversysteme **1** mit Kühlfluid, durchziehen von unter den gesamten Serverschrank **11**. Aus Sicherheitsgründen sind zwei getrennte Steigleitungen mit je einem Vor- und einem Rücklauf auf jeder Schrankseite vorgesehen. Dabei wird auch jedes Paar Steigleitungen **14** durch eine getrennte Pumpe **20**, **21** versorgt ([Fig. 3](#)). Im Normalbetrieb wird von einer Pumpe ein Kühlkreislauf für das Mainboard **3** und die Festplatten **10**, **28**, **29** und von der anderen die Netzteile versorgt. Dabei sind sowohl die Pumpen **20**, **21**, wie auch die Steigleitungen derart dimensioniert, dass auch ein System Pumpe-Steigleitung allein die Server **1** des Serverschranks **11** mit Kühlfluid versorgen kann. Im Falle eine Pumpenausfalls übernimmt dann eine Pumpe den kompletten Kühlkreislauf, d.h. die Trennung von Netzteil und Mainboard-Kreislauf wird aufgehoben. Der getrennte Betrieb der beiden Kühlkreisläufe hat den Vorteil, dass eventuelle Verunreinigungen des Netzteil-Fluidkreislaufs durch den Einbau verschmutzter Mainboards verhindert werden kann. In [Fig. 3](#) ist die schematische Seitenansicht des Netzwerkschranks **11** ersichtlich. Im Bodenbereich des Schrankes **11** befinden sich die beiden Kreiselpumpen **20**, **21**, welche das Fluid in dem Kühlsystem des Schrankes **11** und durch die Server zirkulieren lassen, sowie die Steuereinheit **15**, welche die an den Anschlusseinrichtungen **8**, **9** platzierten Ventile und mithin den Durchfluss der einzelnen Server regelt. Weiter sind im unteren Teil des Serverschranks **11** ein Patchfeld für Netzwerk-kabel **22**, sowie auch die Anschlüsse für die Stromversorgung **17** untergebracht. Darüber hinaus sind auch ein Wärmetauscher **19** (Fluid/Wasser) und der Anschluss für die Kaltwasserversorgung **16** zur Kühlung de Fluids dort untergebracht. Es ist auch möglich anstelle des Fluid/Wasser-Wärmetauschers eine andere Art von Wärmetauscher, wie Fluid/Luft oder Fluid/Kältemittel einzusetzen. Erfindungsgemäß wird das Fluid im Schrankboden durch einen Filter **18** geführt, um eventuell vorhandene Schwebstoffe oder andere Verunreinigungen herauszufiltern. In der Fil-

tereinheit **18** ist weiterhin eine Messeinrichtung zur Bestimmung des Durchgangswiderstandes des Fluids vorgesehen, der als Maß für den Zustand und Reinheitsgrad des Fluids ständig gemessen und der Steuereinheit **15** gemeldet wird. Bei Abweichungen erhält der menschliche Administrator LED gestützte Signale, die anzeigen, ob der Filter gereinigt werden muss oder das Fluid gewechselt oder aufgefüllt werden muss.

[0049] Als vorteilhafte Weiterbildung kann die Steuereinheit **15** im Falle eines zu geringen Durchgangswiderstandes die Stromzufuhr zu sämtlichen Servern unterbrechen. Zudem befinden sich FI-Schutzschaltungen an der Stromzufuhr zu den Servern **1**. Der gesamte untere Bereich des Serverschranks (**Fig. 3**) ist flüssigkeitsdicht ausgeführt.

[0050] Die vorliegende Erfindung weist in ihren zahlreichen Merkmalen und Ausgestaltungen viele Vorteile auf. So bietet die Fluidkühlung des gesamten Mainboards anstelle, wie bisher nur der CPU eine erhebliche Verminderung der Wärmebelastung des Systems. Das die Temperaturspitzen nicht nur auf die CPU beschränkt sind, sondern auch durch die Wärmeleitung auf dem gesamten Mainboard verteilt sind beweisen Wärmebildaufnahmen. Durch die direkte Kühlung des gesamten Mainboards **3** kann vielmehr und wirksamer Wärme abgeführt werden. Durch das eingesetzte Fluid und seine hohe Wärmeleitfähigkeit werden Wärmepolster auf dem Mainbord von vornherein verhindert.

[0051] Möglich wird das jedoch nur durch die erfindungsgemäße Verwendung des in den Ansprüchen 1 bis 3 beschriebenen Kühlfluids.

[0052] Gegenüber wassergekühlten Systemen, welche nur für die Kühlung der CPU verwendet werden können, erlaubt die vorliegende Erfindung auch andere Wärmequellen, wie Netzteile, Mainboard und Festplatte zu kühlen.

[0053] Da die wichtigsten Wärmequellen **3**, **4**, **5**, **10** mit Fluid gekühlt werden und das gesamte System ohne den Einsatz von Lüftern oder in Gehäusen zusätzlich angebrachten Pumpen auskommt, können die Serversysteme **1** von der Raumluft unabhängig betrieben werden. Das bessere Handling und die Wartungsfreundlichkeit des vorgeschlagenen Serversystems wird auch durch die zur Frontseite, zum Bedienfeld **7** des Gehäuses **2** geführten Anschlüsse für Tastatur, die Maus, die USB-Ports, sowie den Monitor ermöglicht. Das Bedienfeld **7** umfasst auch die Knöpfe zum Ein- und Ausschalten.

[0054] Die Vorteile der erfindungsgemäßen Rack **11** (Serverschrank)/Server-Kombination wie beschrieben, bestehen insbesondere darin, dass sämtliche Server **1** im Rack **11** bedarfsgerecht mit Kühlfluid ver-

sorgt werden. Die in modernen Rechenzentren bekannten Probleme der aufwendigen, ineffizienten und schwierig zu steuernden Luftkühlung (geringe Wärmeleitfähigkeit von Luft) führen oft zu komplizierten Aufstellgeometrien des Serverschranks. Bei Verwendung des hier vorgeschlagenen Fluid-Kühlsystems kann in einem Rechenzentrum die optimale geometrische Anordnung der Serverschranks praktiziert werden ohne auf die entstehende Abwärme Rücksicht nehmen zu müssen. Zu dem sind beispielsweise im Bankenbereich als Planungsgröße 15 kW Wärmebelastung für einen Serverschrank aktuell und 20 bis 30 kW prognostiziert. Diese Wärmeleistungen lassen sich nicht mit den herkömmlichen Kühlsystemen beherrschen.

[0055] Das erfinderische Kühlsystem bewirkt eine enorme Steigerung der Effizienz und ermöglicht eine Senkung der Kosten für die Kühlung von Rechenzentren oder Serverräumen um etwa 80 %. Durch den Verzicht auf Lüfter arbeitet das gesamte System nahezu geräuschlos. Werden sämtliche Komponenten abgedichtet, kann ein solcher Server sogar Löschwasser vertragen, ohne in seinem Betrieb gestört zu werden. Dadurch wird es möglich die Rechenzentren wieder mit Wasser als Löschmittel auszustatten.

Bezugszeichenliste

- | | |
|-----------|--|
| 1 | Computer- oder Serversystem, sonstige elektronische Baugruppen |
| 2 | Computer-/Servergehäuse |
| 3 | Gehäuse für Hauptplatine/Mainboard/Motherboard |
| 4 | elektronisches Netzteil |
| 5 | flexibler Schlauch zur CPU (Prozessor) |
| 6 | Gehäusebereich zur Kabelführung, Kühlfluidschläuche und elektrische Ventile |
| 7 | Bedienfeld und Schnittstellen des Computer-/Serversystems in der Gehäusewand, |
| 8 | Anschlusseinrichtung des Computer-/Serversystems mit elektrisch regelbaren Ventilen und Klinkeneinrichtung |
| 9 | Anschlusseinrichtung des Computerschranks mit elektrisch regelbaren Ventilen |
| 10 | Speicherlaufwerke, vorzugsweise Festplatten |
| 11 | Schrank, Computerschrank, Serverrack oder dergleichen |
| 12 | Lochrasterschienen, Befestigungseinrichtungen des Schranks für Computer/Servergehäuse 2 |
| 13 | Schranktür |
| 14 | Steigleitungen jeweils mit Vor- und Rücklauf |
| 15 | Überwachungs- und Steuereinheit für das Fluidkühlsystem |
| 16 | Kaltwasseranschluss des Schranks |
| 17 | Netzstromversorgung des Schranks |
| 18 | Filtereinrichtung für Kühlfluid |
| 19 | Wärmetauscher Kühlfluid/flüssiges oder gasförmiges Medium |

- 20 Pumpe **1** für den ersten Kühlkreislauf
- 21 Pumpe **2** für den zweiten Kühlkreislauf
- 22 Netzwerkanschluss
- 23 Gehäusewand der Mainboardwanne, vorzugsweise aus Kunststoff
- 24 Stecker mit kurzem Verbindungskabel zum Mainboard
- 25 Leiterbahnen in Kunststoff eingegossen
- 26 Stecker außerhalb des Fluids
- 27 Mainboardgehäuse mit Fluidbad (Mainboardwanne)
- 28 Gehäuse des Festplattenkühlkörpers
- 29 Festplattenkühlkörper mit Anschlüssen für Kühlfluidleitungen (Vor- und Rücklauf)
- 30 Verbindungsleitung zwischen den Festplattenkühlkörpern

Patentansprüche

1. Kühlmedium zur Verwendung als flüssiges Kühlmittel für elektronische Einrichtungen, wie Computer- und Serversysteme (**1**), Computerschränke (**11**), Serverschränke, Netzwerkschränke, Schaltschränke oder dergleichen,

dadurch gekennzeichnet, dass

das Kühlmedium als Kühlfluid ausgebildet ist und folgende wesentliche Eigenschaften aufweist,

- eine hohe Wärmeleitfähigkeit, vorzugsweise eine mindestens 20 mal höhere Wärmeleitfähigkeit als Wasser und ein hoher spezifischer elektrischer Durchgangswiderstand, vorzugsweise höher als Glas oder Gummi,
- eine chemisch inerte und reaktionsneutrale Stoffzusammensetzung gegenüber in den elektronischen Komponenten verarbeiteten Materialien und Metallen,
- eine hohe Temperaturbeständigkeit von mindestens 150 C° bis – 30 C°,
- eine mindestens zweifach geringere Oberflächenspannung als Wasser
- chemisch und physiologischen Indifferenz, also tologisch unbedenklich, ausgeprägt Wasser abstoßend,
- unlöslich in Wasser,
- eine geringe Temperaturabhängigkeit der Viskosität, vorzugsweise einem Viskositätstemperaturkoeffizienten von kleiner als 0,70.

2. Kühlmedium nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid aus der Stoffgruppe der Dimethylsiloxane gebildet wird, deren Hauptbestandteil Silizium ist, welches zu Silanen umgesetzt und mit Wasser zu Silanolen hydrolysiert wird, aus denen durch Polykondensation kettenförmigen Dimethylsiloxane gebildet werden, welche die Eigenschaften von Flüssigkeiten aufweisen.

3. Kühlmedium nach Anspruch 2 dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlfluid aus Polydimethylsiloxanen gebildet wird, welches weitgehend als ge-

schmacks- und geruchsneutrale, wasserklare Flüssigkeit in einem hohen Reinheitsgrad, vorzugsweise einem pharmazeutischen Reinheitsgrad und einem bevorzugtem Viskositätsbereich von 0,65 bis 1000 cSt hergestellt wird.

4. Kühlsystem unter Verwendung eines Kühlmediums nach einem der Ansprüche 1 bis 3, für elektronische Einrichtungen, wie Computer- oder Serversysteme, mit mindestens einer Pumpe (**20**, **21**) und einen in den Kühlmittelkreislauf integrierten Wärmetauscher (**19**), der mit den zu kühlenden elektronischen Komponenten (**1**) verbunden ist, dadurch gekennzeichnet, dass die elektronischen Bauteile durch direkte Kühlung in Form von direktem umströmen der Bauteile und Platinen von dem Kühlmedium gekühlt werden und sich keine Pumpen oder Lüfter innerhalb der Gehäuse (**2**, **3**, **4**, **5**, **10**) befinden.

5. Kühlsystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass für die einzelnen elektronischen Komponenten (**1**) jeweils elektrisch regelbare Ventile (**9**) an den Kühlmittelleitungen die Fließgeschwindigkeit des Kühlmittels für jede elektronische Komponente (**1**) entsprechend ihrer Funktionalität, Wärmeentwicklung und Wärmeübertragung steuern.

6. Kühlsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich in jeder elektronischen Baugruppe (**1**, **3**, **4**, **5**, **10**) jeweils ein Sensor zur Messung der Kühlmitteltemperatur befindet und an eine zentrale Steuereinheit (**15**) meldet, welche die elektrisch regelbaren Ventile (**9**) entsprechend dem Kühlmittelbedarf regelt.

7. Kühlsystem nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass für die einzelnen elektronischen Baugruppen (**1**, **3**, **4**, **5**, **10**) jeweils getrennte und entsprechend ihrer Funktionalität, Wärmeentwicklung und Wärmeübertragung konstruktiv angepasste, unterschiedlich wirkende Kühlmittelkreisläufe vorgesehen sind.

8. Kühlsystem nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Speicherlaufwerke (**10**), welche vorzugsweise als Festplattenlaufwerke (**10**) ausgebildet sind, in einem flüssigkeitsdichten und mit mindestens einem Temperatursensor bestücktem Gehäuse (**28**) angeordnet sind und in engem Wärmekontakt mit einem oder mehreren, ebenfalls in dem Gehäuse befindlichen Kühlkörpern (**29**) stehen, wobei die Kühlkörper (**29**, **30**) durch in ihnen zirkulierendes Kühlfluid gekühlt werden, und wobei das Netzteil (**4**) in einem flüssigkeitsdichten Metallgehäuse zur Durchströmung mit Kühlfluid eines separaten Fluidkreislaufs angeordnet ist

9. Kühlsystem nach einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Gehäuse (**2**) des Computer- oder Serversystems (**1**) ein Bedienfeld (**7**)

aufweist, welches Schalter zum Ablassen des Kühlfluids, zum Abkoppeln des Gehäuses (2) und zum Ein- und Ausschalten des Serversystems (1) aufweist, wobei die Schnittstellen für Computerzubehör, wie Tastatur, Maus, Monitor und USB ebenfalls zur Frontseite des Gehäuses (2) herausgeführt sind.

10. Kühlsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass für jede der einzelnen zu kühlenden Funktionsbaugruppen (3, 4, 5, 10) regelbare elektrische Ventile (8) in den Fluidleitungen vorgesehen sind und aus den jeweiligen Gehäusen abgedichtete Verbindungen (8) herausführen.

11. Kühlsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Anordnung eines Serversystems (1) in einem Towergehäuse (2), wie Big- oder Miditower, die den elektronischen Funktionseinheiten (3, 4, 5, 10) zugeordnete Kühlkreisläufe ohne äußeren Kühlfluidanschluss an die jeweiligen Gehäuse (2) betrieben wird, wobei die innerhalb des Gehäuses (2) eine Pumpe für das Kühlfluid angeordnet ist, welche vorzugsweise als Tauchpumpe ausgebildet ist, wobei auch der Wärmetauscher innerhalb des Gehäuses angeordnet ist und vorzugsweise in die Wand des Towergehäuses (2) integriert und wird.

12. Kühlsystem nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zur Herstellung einer flüssigkeitsdichten elektrischen Signalverbindung des Mainboards (3, 27) und der CPU mit den anderen Funktionsbaugruppen des Computersystems (1) ein Steckverbinder (24) innerhalb des Mainboardgehäuses (27) über in Kunststoff eingegossene Leiterbahnen (25) mit einem Steckverbinder (26) außerhalb des Mainboardgehäuses (27) verbunden ist.

13. Kühlsystem für Schaltschränke oder Computerschränke (11), wie Serverschränke, Netzwerkschränken, Schaltschränken oder dergleichen zur Aufnahme eines oder mehrerer elektronischer Einrichtungen (1, 2), Computer- oder Serversysteme (1, 2) mit einem Kühlsystem nach einem oder mehreren der Ansprüche 4 bis 11 und unter Verwendung eines flüssigen Kühlmediums nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Computerschrank (11) eine Steuer- und Überwachungseinrichtung (15) zur Erfassung und Regelung der Kühlsystemparameter, mehrere Anschlüsseinrichtungen (9), entsprechend der Anzahl der zum Einsatz kommenden Computer-/Server-Gehäuseeinschübe (2) und mindestens zwei Pumpen (20, 21) zur Zirkulation des flüssigen Kühlfluids und einem Wärmetauscher (19) aufweist, welche über ein Leitungssystem des Schrankes (14), dass mit der Fluidkühlung der einzelnen Gehäuse (2) verbunden ist, wobei eine Mischbestückung von Gehäusen (2) mit Fluidkühlung und Gehäusen mit anderen Kühlsystemen in

einem Computerschrank (11) möglich ist.

14. Kühlsystem nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass die sich Anschlüsseinrichtung (9) des Computerschranks (11) für die einzelnen Gehäuseeinschübe (2) im hinteren Teil des Schrankes befinden und derart ausgelegt sind, dass mit dem Einschleiben des Gehäuses (2) des Computersystems eine vollständige und flüssigkeitsdichte Verbindung mit deren Anschlüsseinrichtung (8) herstellbar ist, wobei vorzugsweise die Verbindungen für das Kühlmedium, wie den Vorlauf des kalten und Rücklauf des erwärmten Kühlfluids und die elektrischen Anschlüsse für die Stromversorgung, die Netzwerkverbindung und die Temperatursensoren herstellbar sind.

15. Kühlsystem nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlüsseinrichtungen (9) des Computerschranks (11) und (8) des Gehäuses (2) des Computersystems durch eine Gummimuffe vor Wasser geschützt ist und an dem Gehäuse (2) eine Klinkeneinrichtung angeordnet ist, die beim Einschleiben einrastet und das Gehäuse (2) gegen ungewolltes Herausziehen aus dem Computerschrank (11) verriegelt, wobei an einer zugänglichen Stelle, vorzugsweise ebenfalls an der Gehäuseforderseite ein Entriegelungsknopf zum Entriegeln und Ablassen des Kühlfluids vorgesehen ist.

16. Kühlsystem nach Anspruch 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Anschlussventile der Fluidanschlüsse der Anschlüsseinrichtungen (8, 9) als elektrisch regelbare Ventile ausgebildet sind, mit der die Durchflussmenge des Kühlfluids in die einzelnen Serversysteme (1) regelbar ist.

17. Kühlsystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass Steuer- und Überwachungseinrichtung (15) in Verbindung mit den Anschlüsseinrichtungen (8, 9) derart eingerichtet ist, dass sich die Kühlkreisläufe des Serversystems (1) nach dem Einschleiben des Servergehäuses (2) und der vollständigen Ankopplung der Anschlüsseinrichtungen (8, 9) automatisch mit Kühlfluid füllen, wobei der Füllzustand überwacht wird und das Serversystem (1) erst nach vollständiger Befüllung seiner Kühlkreisläufe einschaltbar ist.

18. Kühlsystem nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere durch den ganzen Computerschrank (11) führende und voneinander unabhängig und getrennt regelbare Steigleitungen (14) mit jeweils einer Vorlauf- und einer Rücklaufleitung, vorzugsweise auf jeder rückwärtigen Schrankseite angeordnet sind und auch für jeden Satz Steigleitungen (14) eine Pumpe (20, 21) für das Kühlfluid vorgesehen ist, wobei die Dimensionierung der Steigleitungen (14) und die Leistungen der Pumpen (20, 21) derart ausgelegt sind, dass ein System Steigleitung (14) – Pumpe (20, 21) allein zur Auf-

rechterhaltung des normalen Kühlbetriebs ausreichend ist, und wobei die Trennung der beiden Kühlfluidkreisläufe Netzteil (4)-Mainboardkreislauf (3, 5) herstellbar ist, wenn das Kühlsystem nur mit einem Satz Steigleitung (14) – Pumpe (20 oder 21) betrieben wird,.

19. Kühlsystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass auf jeder Seite des Computerschranks (11) jeweils ein Satz Steigleitungen (14) vorgesehen ist, welche jeweils getrennt durch eine Pumpe (20, 21) versorgt werden, wobei im Normalbetrieb eine Pumpe (20, 21) für die Steigleitungen (14) und den Kühlkreislauf für das Mainboard (3) und für die Festplatten (10) vorgesehen ist und die andere Pumpe (20, 21) für die Steigleitungen (14) der anderen Schrankseite, welche die Netzteile (4) mit Kühlfluid versorgt.

20. Kühlsystem nach Anspruch einem der Ansprüche 13 bis 19 dadurch gekennzeichnet, dass ein Filtersystem (18) zum Herausfiltern von Verunreinigungen des Kühlfluids vorgesehen ist, welches eine Messeinrichtung aufweist, die vorzugsweise den Durchgangswiderstand des Kühlfluids bestimmt und die Messergebnisse an die Steuereinrichtung (15) meldet.

21. Kühlsystem nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (19) zur Wärmeübertragung der von dem Kühlfluid aufgenommenen Wärme auf ein anderes Kühlmedium, wie Kühlfluid/Kühlwasser oder Kühlfluid/Luft oder Kühlfluid/Kältemittel ausgelegt ist.

22. Kühlsystem nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmetauscher (19), der Anschluss für die Kaltwasserversorgung (16), die Anschlüsse für die Stromversorgung (17), das Patchfeld (22) für die Netzkabel, die Steuereinheit (15) und die Pumpen (20, 21) der Kühlkreisläufe in dem Gehäuseboden des Computerschranks (11) angeordnet sind.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

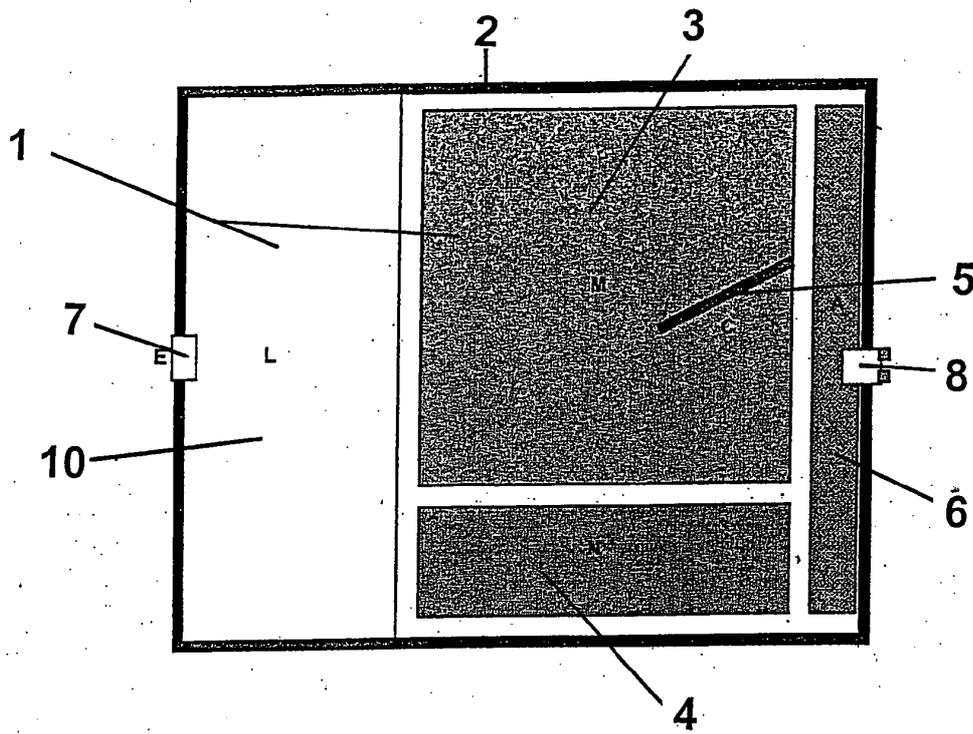


Fig. 1

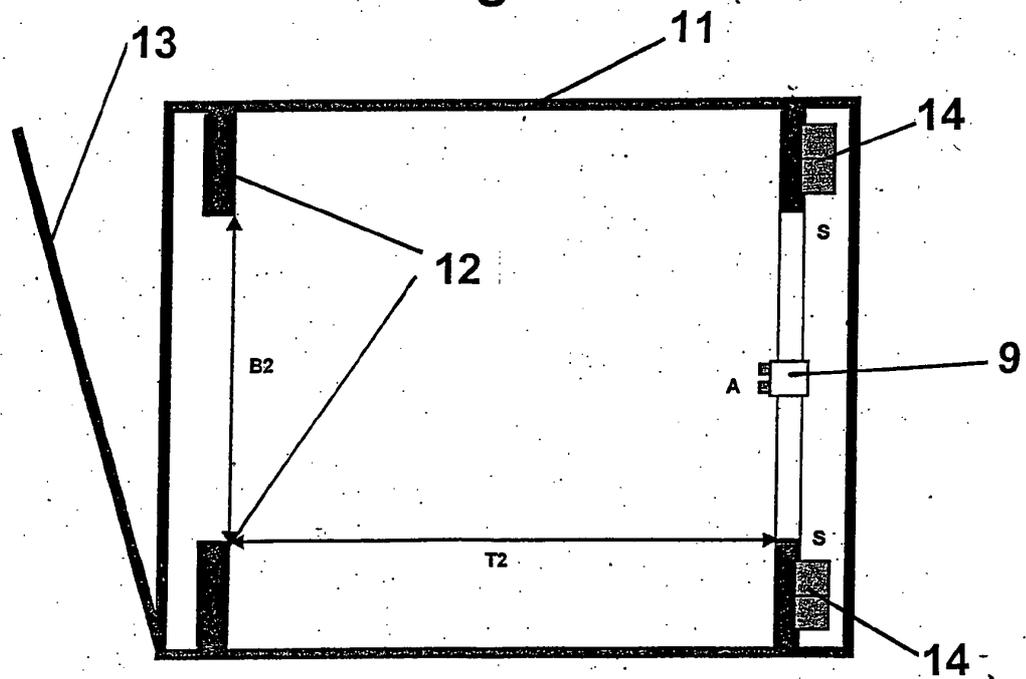


Fig. 2

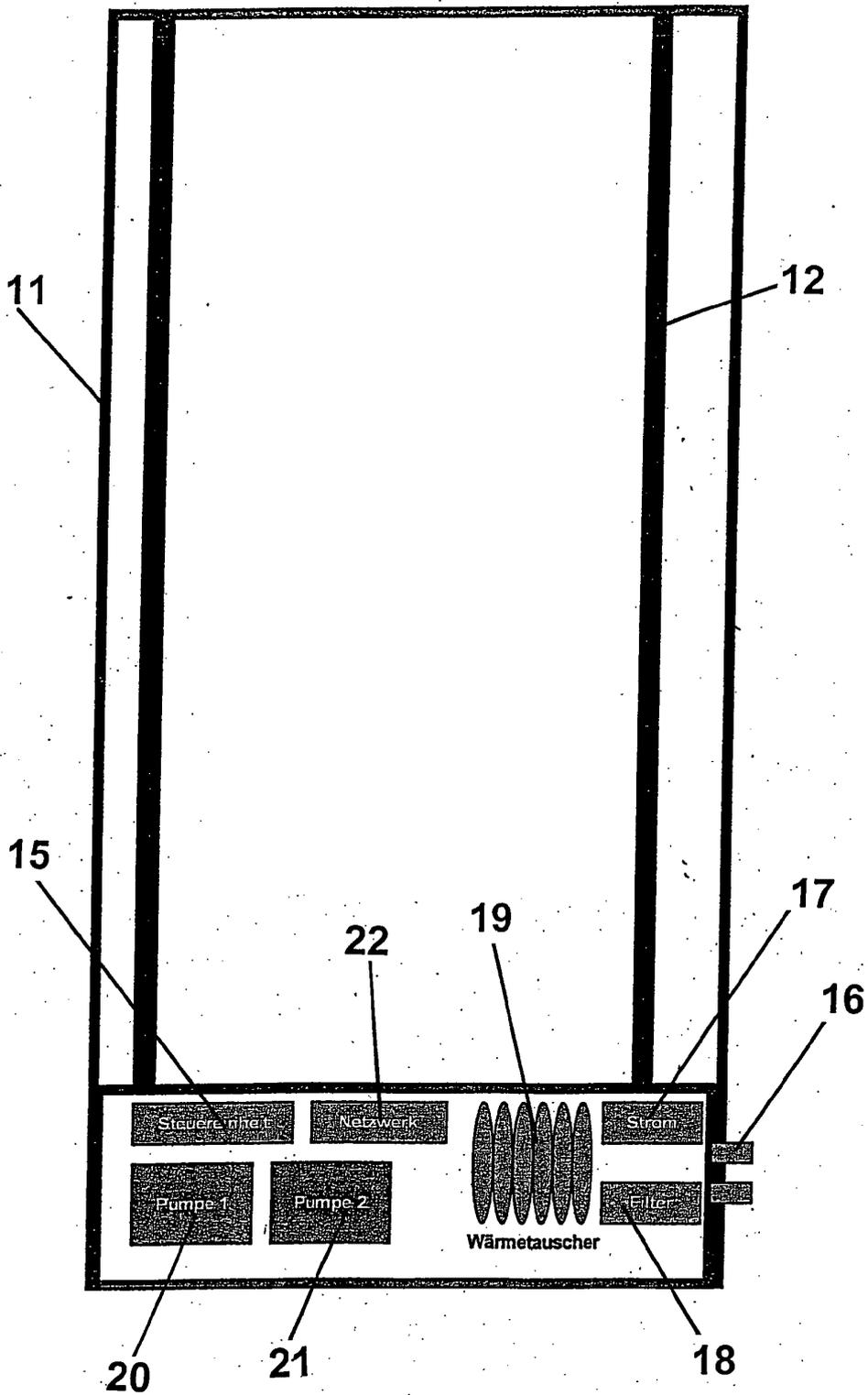


Fig. 3

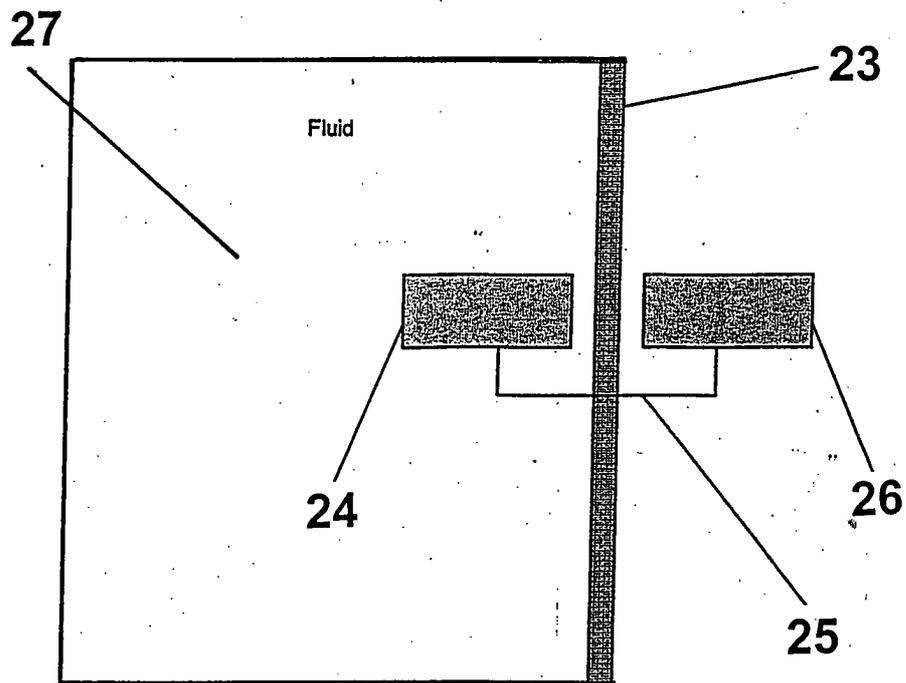


Fig. 4

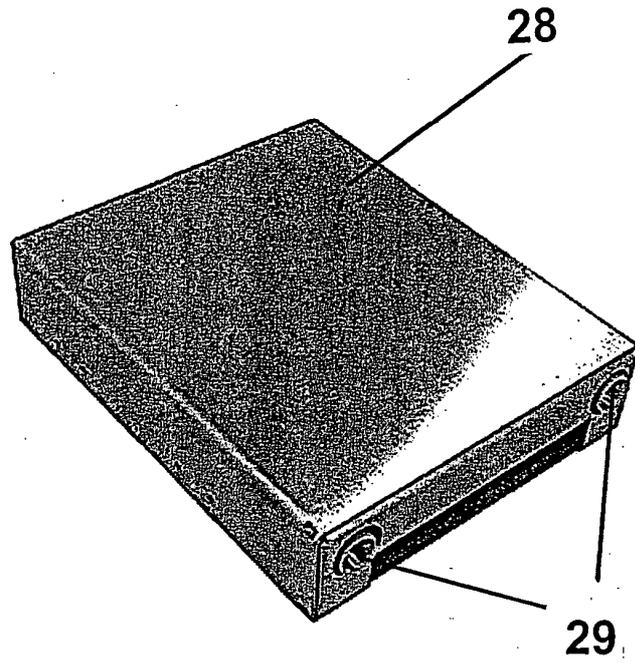


Fig. 5

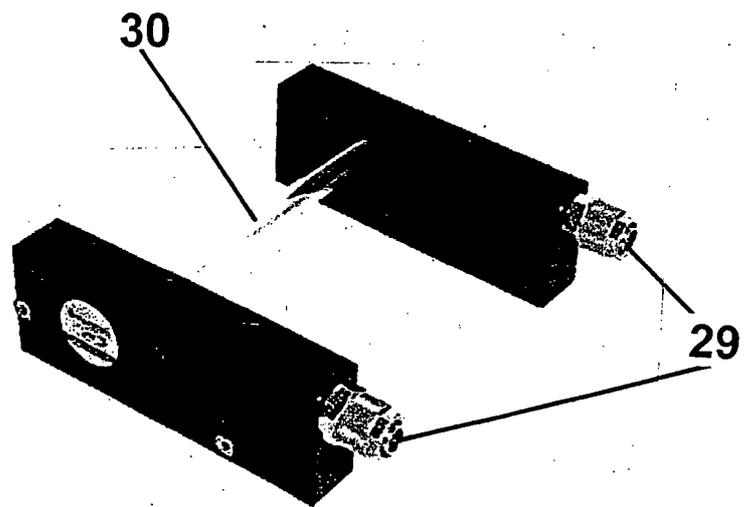


Fig. 6