



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 197 01 938 B4 2004.12.23

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 197 01 938.2

(22) Anmelddatum: 21.01.1997

(43) Offenlegungstag: 07.08.1997

(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 23.12.2004

(51) Int Cl.⁷: H01L 23/467
H01L 23/367, G06F 1/20

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(30) Unionspriorität:
08/593,185 01.02.1996 US

(72) Erfinder:
Wagner, Guy R., Loveland, Col., US

(71) Patentinhaber:
Agilent Technologies, Inc. (n.d.Ges.d.Staates
Delaware), Palo Alto, Calif., US

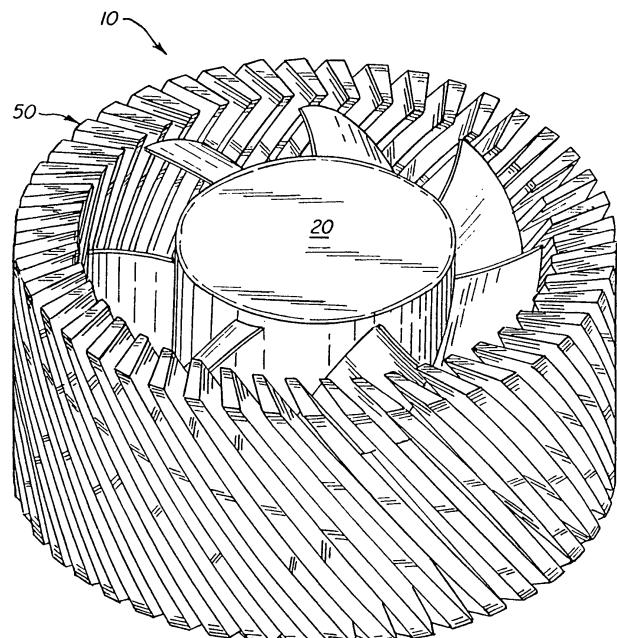
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 42 31 122 A1
DE 94 04 388 U1
US 54 37 327
WO 88 00 394

(74) Vertreter:
Schoppe, F., Dipl.-Ing.Univ., Pat.-Anw., 82049
Pullach

(54) Bezeichnung: Lüfterunterstütztes Wärmesenkenelement

(57) Hauptanspruch: Kühlelement zum Ableiten von wärme von einer Wärmequelle (110), mit:
einer Kühlelementmittelachse (B-B);
einem Wärmesenkenelement (50), mit
einer planaren Oberfläche (54), die vorgesehen ist, um die Wärmequelle (110) zu berühren, wobei die Kühlelementmittelachse (B-B) senkrecht zu der planaren Oberfläche (54) ist,
einem peripheren Wandabschnitt (82), der sich von der planaren Oberfläche (54) nach oben erstreckt und eine Kammer (84) definiert, und
einer Mehrzahl von Kühlflügeln (71), die durch Schlitze (73) in dem peripheren Wandabschnitt (82) definiert sind und die jeweils eine longitudinale Achse (V-V) aufweisen, wobei sich die Schlitze (73) von einer Innenseite (83) des peripheren Wandabschnitts (82) zu dessen Außenseite (81) erstrecken, und sich bezüglich der planaren Oberfläche (54) nach oben erstrecken, und wobei die longitudinalen Achsen (V-V) gegenüber der Kühlelementmittelachse (B-B) in eine erste Richtung geneigt sind; und
einem Lüfter (20), der in der Kammer (84) angeordnet ist und eine Mehrzahl von...



Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf Kühlelemente und insbesondere auf ein Kühlelement zum Entfernen von Wärme von einem integrierten Schaltungselement.

[0002] Integrierte Schaltungselemente werden zunehmend bei modernen elektronischen Anwendungen verwendet. Ein weit verbreitetes Beispiel ist der Computer. Die zentrale Verarbeitungseinheit oder -Einheiten der meisten Computer, einschließlich der Personalcomputer, sind aus einem integrierten Schaltungselement aufgebaut.

[0003] Während des normalen Betriebs erzeugen die integrierten Schaltungselemente deutliche Wärmemengen. Falls diese Wärme nicht andauernd entfernt wird, kann das integrierte Schaltungselement überhitzen, woraus eine Beschädigung des Elements und/oder eine Verminderung des Betriebsverhaltens resultiert. Um diese Überhitzung zu vermeiden, werden Kühlelemente für integrierte Schaltungen häufig in Verbindung mit integrierten Schaltungselementen verwendet.

[0004] Ein derartiges Kühlelement ist ein lüfterunterstütztes Wärmesenkenkühlelement. Bei diesem Element ist eine Wärmesenke aus einem Material, wie z.B. Aluminium, gebildet, welches leicht Wärme leitet. Die Wärmesenke ist gewöhnlicherweise an dem oberen Teil des integrierten Schaltungselementes und in Kontakt mit demselben plaziert. Aufgrund dieses Kontakts wird die Wärme, die durch die integrierte Schaltung erzeugt wird, in die Wärmesenke und weg von der integrierten Schaltung geleitet.

[0005] Die Wärmesenke kann eine Mehrzahl von Kühlrippen aufweisen, um die Oberfläche der Wärmesenke zu vergrößern und somit die Wärmeübertragung von dem Wärmesenkenelement in die umgebende Luft zu maximieren. Auf diese Art und Weise zieht die Wärmesenke die Wärme von der integrierten Schaltung weg und überträgt die Wärme in die umgebende Luft.

[0006] Um die Kühlkapazität eines derartigen Wärmesenkenelements zu steigern, ist häufig ein elektrisch angetriebener Lüfter an dem oberen Teil der Wärmesenke angebracht. Im Betrieb bewirkt der Lüfter, daß sich die Luft über die Rippen des Wärmesenkenelements und um dieselben herum bewegt, wodurch die Rippen durch Steigern der Wärmeübertragung von den Rippen in die Umgebungsluft gekühlt werden.

[0007] Über die Jahre hat sich mit der Zunahme der Leistung der integrierten Schaltungselemente auch die Wärmemenge erhöht, die von diesen Elementen erzeugt wird. Um diese sehr leistungsstarken inte-

grierten Schaltungselemente geeignet zu kühlen, sind Kühlelemente für integrierte Schaltungen mit größeren Kühlkapazitäten erforderlich.

[0008] Gewöhnlicherweise wurde die Kühlkapazität der lüfterunterstützten Wärmesenkenkühlelemente vergrößert, indem die Elemente vergrößert wurden. Insbesondere wurden die Kühlelemente häufig durch die Aufnahme von größeren Wärmesenken und größeren Lüftern vergrößert. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß diese Zunahme der Größe ein Problem darstellt. Eine Zunahme der Größe des Kühlelements in einer vertikalen Richtung (d.h. in einer Richtung, quer zu der Ausrichtung des integrierten Schaltungselementes) stellt häufig ein Problem dar, da die Ummantelung, die bei vielen Anwendungen verfügbar ist, wie z.B. bei dem Computergehäuse eines Tischgerät-Personalcomputers, begrenzt ist. Dies stellt sogar ein größeres Problem dar, da in den meisten Situationen ein ziemlich beträchtlicher Zwischenraum zwischen der Lüfteröffnung und dem Computergehäuse erforderlich ist, um einen geeigneten Luftfluß in den Lüfter oder aus demselben heraus zu ermöglichen.

[0009] Eine Zunahme der Größe des Kühlelements in einer horizontalen Richtung (d.h. in einer Richtung parallel zu der Ausrichtung der Schaltungsplatine) stellt häufig ein Problem dar, da dies die Anzahl der integrierten Schaltungselemente (und weiterer elektronischer Elemente) begrenzt, welche in das Computergehäuse aufgenommen werden können.

[0010] Ein weiteres Problem mit lüfterunterstützten Wärmesenkenkühlelementen stellt das Geräusch dar, das durch die Lüfter erzeugt wird, insbesondere in Situationen, wenn größere Lüfter verwendet werden, um eine größere Kühlkapazität zu erreichen. Dies stellt insbesondere ein Problem bei Tischgerät-computern dar, bei denen sich ein Anwender gewöhnlicherweise sehr nahe an der Maschine befindet. Das Problem wird in Situationen weiter verschlimmert, bei denen mehrere integrierte Schaltungselemente und somit mehrere Kühlelemente in demselben Computergehäuse befestigt sind, wie es bei vielen Hochleistungscomputern der Fall ist.

[0011] Somit wäre es im allgemeinen wünschenswert, eine Vorrichtung zu schaffen, welche diese Probleme überwindet, die den lüfterunterstützten Wärmesenkenkühlelementen zugeordnet sind.

Stand der Technik

[0012] Die US-A-5,437,327 offenbart ein Lüfterelement zum Ableiten von Wärme von einer CPU, welches einen Abstrahlungsflansch mit Abstrahlungsrippen und Befestigungslöchern innerhalb der Abstrahlungsrippen aufweist. Ferner ist eine Motorbefestigung vorgesehen, an der ein Lüftermotor befestigt ist.

Der Abstrahlungsflunsch umfasst radiale Kühlrippen, die parallel zu einer Achse des Lüfters angeordnet sind.

[0013] Die DE 4231122 A1 beschreibt einen Kühlkörper für eine lüfterunterstützte Kühlung von integrierten Schaltungen, wobei hier ein Kühlkörper vorgesehen ist, der eine höhere Kühlleistung ermöglicht, wobei gleichzeitig ein Lüfter langsamer drehen kann, und somit leiser ist.

Aufgabenstellung

[0014] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Kühlelement zu schaffen, das während des Betriebs weniger Geräusche erzeugt.

[0015] Diese Aufgabe wird durch ein Kühlelement gemäß Anspruch 1 gelöst.

[0016] Die vorliegende Erfindung ist auf ein lüfterunterstütztes Wärmesenkenkühlelement gerichtet, das in erster Linie zum Kühlen der integrierten Schaltungen während des Betriebs dient.

[0017] Das Kühlelement ist mit einer Wärmesenkenanordnung versehen, die ferner das Gehäuse bildet, das den Lüfter umgibt. Auf diese Art und Weise ist die vertikale Größe des Kühlelements minimiert. Das Gehäuse ist aus einer Mehrzahl von Kühlflügeln aufgebaut, welche zwischeneinander längliche Öffnungen aufweisen, die es ermöglichen, daß Luft zwischen denselben hindurchläuft und die Flügel kühlt.

[0018] Das Kühlelement ist ferner entworfen, um während des Betriebs deutlich weniger Geräusche zu erzeugen. Um dies zu erreichen, sind die Kühlflügel auf eine ungefähr entgegengesetzte Art und Weise zu dem Winkel der Lüfterblätter angewinkelt. Es hat sich herausgestellt, daß diese Konfiguration die Geräusche, die durch das Kühlelement erzeugt werden, deutlich verringert.

[0019] Die Konfiguration des Kühlelements bewirkt, daß dasselbe auf eine äußerst wirksame Art und Weise arbeitet. Da das Lüftergehäuse aus einer Serie von Flügeln aufgebaut ist, wird bewirkt, daß die Luft sowohl durch die Gehäusewand als auch von dem offenen oberen Teil des Gehäuses in das Gehäuse eintritt. Demgemäß ist das Kühlelement in der Lage, mit einem viel kleineren oberen Zwischenraum zu arbeiten. Ferner wird bewirkt, daß die Luft, die aus dem Kühlelement austritt, ein zweites Mal über die Gehäuseflügel läuft, wodurch die Wärmeableitung weiter gesteigert wird.

[0020] Die Luft tritt aus dem Gehäuse durch eine Serie von gekrümmten Schlitten aus, die mit der Ausrichtung der Lüfterblätter ausgerichtet sind. Diese Anordnung ergibt einen hochwirksamen Luftflußweg

für einen vergrößerten Kühlelementwirkungsgrad.

[0021] Die Wärmesenkenanordnung kann einstückig gebildet sein, um Wärmeleitungsverluste zu verhindern, die gewöhnlicherweise Verbindungsstellen zugeordnet sind. Unmittelbar neben dem integrierten Schaltungselement ist eine große Masse eines wärmeleitfähigen Materials in der Wärmesenkenanordnung vorgesehen, um den Wärmefluß von dem integrierten Schaltungselement in die Wärmesenke zu steigern.

[0022] Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

[0023] **Fig. 1** eine perspektivische Vorderansicht eines Kühlelements,

[0024] **Fig. 2** eine Aufrissvorderansicht einer Lüfteranordnung, die bei dem Kühlelement von **Fig. 1** verwendet wird,

[0025] **Fig. 3** eine schematische perspektivische Vorderansicht des von den Lüfterblättern der Lüfteranordnung von **Fig. 2** überstrichenen Volumens,

[0026] **Fig. 4** eine perspektivische Unteransicht einer Wärmesenkenanordnung, die bei dem Kühlelement von **Fig. 1** verwendet wird,

[0027] **Fig. 5** eine seitliche Aufrissansicht der Wärmesenkenanordnung von **Fig. 4**,

[0028] **Fig. 6** eine obere Draufsicht der Wärmesenkenanordnung von **Fig. 4**,

[0029] **Fig. 7** eine Querschnittsansicht der Wärmesenkenanordnung von **Fig. 4** entlang der Linie 7-7 von **Fig. 6**,

[0030] **Fig. 8** eine vordere Aufrissansicht des Kühlelements von **Fig. 1**, das an einer integrierten Schaltungsplatine angebracht ist,

[0031] **Fig. 9** eine Wegschnittdetailansicht eines Abschnittes der Lüfteranordnung von **Fig. 2**, und

[0032] **Fig. 10** eine Teildraufsicht der Lüfteranordnung von **Fig. 2**.

[0033] **Fig. 1 – 9** stellen allgemein ein Kühlelement 10 zum Ableiten von Wärme von einer Wärmequelle 110 dar. Das Kühlelement 10 weist eine planare Oberfläche 54 auf, die angepaßt ist, um die Wärmequelle 110 zu berühren, und einen peripheren Wandabschnitt 82, welcher eine Kammer 84 innerhalb desselben definiert. Die Kammer 84 kann ein erstes offenes Ende 85 und ein zweites geschlosse-

nes Ende, das durch einen Kammerwandabschnitt **86** definiert wird, aufweisen. Das Kühlelement kann ferner einen wärmeleitfähigen Basisabschnitt **52** aufweisen, der zwischen der planaren Oberfläche **54** und dem Kammerwandabschnitt **86** angeordnet ist. Eine Mehrzahl von Öffnungen **73** erstreckt sich durch den peripheren Wandabschnitt **82** und ferner in den Basisabschnitt **52**.

[0034] Die **Fig. 1 – 9** stellen ferner allgemein ein Kühlelement **10** zum Ableiten von Wärme von einer Wärmequelle **110** dar, wobei das Kühlelement **10** eine Lüfterkammer **84**, die von einer Mehrzahl von Kühlflügeln **71**, die jeweils eine longitudinale Mittelachse "VV" aufweisen, definiert wird, siehe **Fig. 5**, und eine Mehrzahl von Lüfterblättern **21** aufweist, die innerhalb der Lüfterkammer **84** um eine Lüfterrotationsachse "AA" drehbar angebracht sind, wobei jedes der Lüfterblätter **21** eine Lüfterblattausrichtungsachse "FF" aufweist. Jede der longitudinalen Mittelachsen "VV" der Kühlflügel bildet einen Winkel "y" zwischen etwa 75 Grad und 105 Grad bezüglich der Lüfterblattausrichtungsachse "FF".

[0035] Die **Fig. 1 – 9** stellen ferner die Vorgehensweise zum Entfernen von Wärme von einer Wärmequelle **110** dar, das die folgenden Schritte aufweist: Vorsehen einer Wärmesenkenanordnung **50** mit einer Grenzflächenoberfläche **54**, mit einem peripheren Wandabschnitt **82**, der eine Kammer **84** innerhalb desselben definiert, und mit einem wärmeleitfähigen Basisabschnitt **52**, der zwischen der Grenzflächenoberfläche **54** und der Kammer **84** angeordnet ist; Berühren der Wärmequelle **110** mit der Grenzflächenoberfläche **54**; Bewirken, daß sich die Luft **148, 150** durch den peripheren Wandabschnitt **82** in die Kammer **84** bewegt; und Bewirken, daß sich die Luft **144, 146** durch den Basisabschnitt **52** aus der Kammer **84** bewegt.

[0036] Auf die allgemeine Beschreibung des Kühlelements folgt nun die detaillierte Beschreibung dieses Elements.

[0037] **Fig. 1** stellt ein Kühlelement **10** dar, welches eine Lüfteranordnung **20** aufweist, die innerhalb einer Wärmesenkenanordnung **50** angebracht ist. Wie es in **Fig. 2** gezeigt ist, umfaßt die Lüfteranordnung **20** eine Mehrzahl von Lüfterblättern **21**, wie z.B. die Einzelblätter **22, 24** und **26**. Die Lüfterblätter können auf einer Nabenanordnung **28** befestigt sein, welche wiederum auf einer Welle **32** eines Basisbauglieds **30** drehbar befestigt sein kann. Die Nabenanordnung **28** kann bezüglich der Welle **32** mittels eines Motors (nicht gezeigt), der innerhalb der Nabenanordnung **28** angeordnet ist, drehbar angetrieben werden. Die Lüfteranordnung **20** weist eine longitudinale Mittelachse "AA" auf, welche ferner die Achse ist, um welche sich die Nabenanordnung **28** dreht, wenn die Lüfteranordnung aktiviert ist. Elektrische Drähte **34, 36**

können durch das Basiselement **30** in die Lüfteranordnung **20** eintreten, wie es gezeigt ist, um den Lüfteranordnungsmotor mit elektrischer Leistung zu versorgen. Ein dritter Draht (nicht gezeigt) kann optional mit der Lüfteranordnung **20** verbunden sein, um die Lüfterdrehung zu überwachen. Auf diese Art und Weise kann das integrierte Schaltungselement, das durch das Kühlelement **10** gekühlt wird, abgeschaltet werden, falls der Lüfter **20** damit aufhört, sich bei einer spezifizierten Geschwindigkeit zu drehen, wodurch ein Überhitzen des integrierten Schaltungselements verhindert wird.

[0038] Die Nabenanordnung **28** kann einen Durchmesser "a" von etwa 37 mm und eine Höhe "b" von etwa 15 mm aufweisen, welche im wesentlichen die gleiche sein kann wie die Höhe der Lüfterblätter. Der Durchmesser "c" zu der Außenseite der Lüfterblätter kann etwa 55 mm betragen. Die Gesamthöhe "d" der Lüfteranordnung **20** kann etwa 25 mm betragen.

[0039] Wie es schematisch in **Fig. 3** dargestellt ist, definieren die Lüfterblätter, wenn sich dieselben drehen und wenn dieselben von oben betrachtet werden, eine ringförmige Fläche **38**. Die ringförmige Fläche **38** weist einen Innendurchmesser, der gleich dem Nabenanordnungsdurchmesser "a" ist, und einen Außendurchmesser auf, der gleich dem Lüfterblattdurchmesser "c" ist. Unter Verwendung der exemplarischen Abmessungen, die oben aufgelistet sind, ergibt dies eine ringförmige Fläche **38** mit einem Innendurchmesser von etwa 37 mm, einem Außendurchmesser von etwa 55 mm und einer Fläche von ungefähr 13 cm^2 . Die Lüfterblätter definieren ferner, wenn sie sich drehen, ein ringförmiges Volumen **40**. Das ringförmige Volumen **40** weist eine Querschnittsfläche, die mit der im vorhergehenden beschriebenen Fläche **38** identisch ist, und eine Höhe auf, die gleich der Lüfterblatthöhe "b" ist. Unter Verwendung der exemplarischen Abmessungen, die im vorhergehenden aufgelistet sind, ergibt dies ein ringförmiges Volumen mit einer Querschnittsfläche von ungefähr 13 cm^2 , einer Höhe von etwa 15 mm und einem Volumen von ungefähr $19,5 \text{ cm}^3$.

[0040] Das im vorhergehenden beschriebene ringförmige Volumen **40**, welches ferner hierin als der "von dem Blatt überstrichene Raum" **40** bezeichnet werden kann, wird durch die Drehung der Lüfterblätter **21** definiert, wie es in **Fig. 3** dargestellt ist.

[0041] Der Lüfteranordnungsmotor kann ein bürstenloser 12-Volt-Gleichstrommotor sein.

[0042] Die Wärmesenkenanordnung **50** ist sehr detailliert in den **Fig. 4 – 7** gezeigt. Die Wärmesenkenanordnung **50** kann eine allgemein zylindrische Form aufweisen und kann einen Außendurchmesser "k" von etwa 73 mm und einer Höhe "l" von etwa 36 mm aufweisen, siehe **Fig. 7**. Die Wärmesenkenanord-

nung **50** kann aus einem beliebigen wärmeleitfähigen Material, wie z.B. Aluminium oder Kupfer, gebildet sein. Die Wärmesenkenenanordnung **50** umfaßt einen wärmeleitfähigen Basisabschnitt **52** mit einer unteren Oberfläche **54**, siehe **Fig. 4**. Der Basisabschnitt **52** der Wärmesenkenenanordnung kann einen Durchmesser, der gleich dem Durchmesser "k" der Wärmesenkenenanordnung ist, und eine Höhe "o" von etwa 16 mm aufweisen, siehe **Fig. 7**. Eine untere Oberfläche **54** des Basisabschnittes kann eine Mehrzahl von Bohrungen **56, 58, 60, 62** enthalten, siehe **Fig. 4**. Diese Bohrungen können vorgesehen sein, um einen Zwischenraum für Fortsätze zu ermöglichen, welche manchmal an elektronischen Komponenten, wie z.B. der Komponente **110**, existieren, siehe **Fig. 8**. Eine Mehrzahl von mit Gewinden versehenen Öffnungen **64, 66, 68, 70** kann ferner in der unteren Oberfläche **54** vorgesehen sein.

[0043] Von dem Basisabschnitt **52** erstreckt sich ein ringförmiger Wandabschnitt **82** nach oben, siehe **Fig. 6** und **7**. Wie aus **Fig. 7** zu erkennen ist, kann der ringförmige Wandabschnitt **82** eine Dicke "e" von etwa 7,65 mm und eine Höhe "i" von etwa 20 mm aufweisen. Der ringförmige Wandabschnitt **82** weist eine äußere Oberfläche **81**, welche einen Teil der äußeren Oberfläche des Wärmesenkenenelements **50** bildet, und eine innere Oberfläche **83** auf.

[0044] Eine allgemein zylindrisch geformte Lüfterkammer **84** ist innerhalb des ringförmigen Wandabschnittes **82** angeordnet, wobei die äußere Wand der Lüfterkammer **84** durch die innere Oberfläche **83** des ringförmigen Wandabschnittes definiert ist. Das obere Ende der Lüfterkammer **84**, wie es in **Fig. 7** zu erkennen ist, weist eine Öffnung **85** auf. Das untere Ende der Lüfterkammer **84** kann durch eine untere Oberfläche **86** definiert sein. Die Lüfterkammer **84** kann einen Durchmesser "f" von etwa 58 mm und eine Höhe "i" von etwa 20 mm aufweisen.

[0045] In der Mitte der unteren Oberfläche **86** der Lüfterkammer kann eine Senkung **88** vorgesehen sein, die sich nach unten in den Basisabschnitt **52** der Wärmesenkenenanordnung **50** erstreckt. Die Senkung **88** umfaßt eine untere Oberfläche **90** und eine sich nach oben erstreckende umfangsmäßige Seitenwand **92**, siehe **Fig. 7**. Die Senkung **88** kann einen Durchmesser "g" von etwa 38 mm und eine Höhe "h" von etwa 6 mm aufweisen. Wie es sehr gut in den **Fig. 6** und **7** gezeigt ist, kann die Senkungsseitenwand **92** eine Kerbe **96** aufweisen.

[0046] Nun wird auf die **Fig. 4 – 7** Bezug genommen. Die äußere Peripherie der Wärmesenkenenanordnung **50** umfaßt eine Mehrzahl von angewinkelten Schlitten **73**, wie z.B. die Einzelschlitte **74** und **78**. Wie es sehr gut in **Fig. 6** zu sehen ist, erstrecken sich die Schlitten, beispielsweise die Schlitte **74, 76**, vollständig durch den ringförmigen Wandabschnitt **82**.

Eine Mehrzahl von Kühlflügeln **71**, wie z.B. die Einzelflügel **72, 76** und **80**, sind durch die Schlitte **73** definiert, derart, daß jeweils zwischen zwei Schlitten um die Peripherie des ringförmigen Wandabschnittes **82** ein Flügel angeordnet ist. Wie es zu erkennen ist, öffnen sich die Schlitte **73** in die Lüfterkammer **84** und ermöglichen es, daß sich die Luft zwischen der Außenseite der Wärmesenkenenanordnung **50** und der Lüfterkammer **84** durch den ringförmigen Wandabschnitt **82** bewegt, wie es im Folgenden sehr detailliert erklärt wird. Wie aus **Fig. 7** zu ersehen ist, erstrecken sich die Schlitte **73** und die Flügel **71** ferner unterhalb des ringförmigen Wandabschnittes **82** und in den Basisabschnitt **52** der Wärmesenkenenanordnung.

[0047] Die Konfiguration der Kühlflügel **71**, die den ringförmigen Wandabschnitt **82** der Wärmesenke bilden, wird nun detailliert beschrieben. Die Größe jedes der Kühlflügel **71** hängt von der Anzahl der Flügel, die den ringförmigen Wandabschnitt **82** bilden, und von der Breite "N" der Schlitte **73** ab, siehe **Fig. 5**. Es wird darauf hingewiesen, daß, obwohl die Zeichnungsfiguren aus Darstellungszwecken eine spezifische Anzahl von Flügeln und Schlitten zeigen, jede beliebige Anzahl von Flügeln und Schlitten in dem Kühlelement **10** verwendet werden kann. Eine bevorzugte Konfiguration, bei der es sich herausgestellt hat, daß sie für einen wirksamen Luftfluß und eine wirksame Wärmeübertragung sorgt, ist im Folgenden beschrieben. Eine derartige Konfiguration kann mit 45 Kühlflügeln und 45 Schlitten aufgebaut werden, und dieselbe kann eine Größe aufweisen, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde.

[0048] Nun wird auf **Fig. 5** Bezug genommen. Es ist zu erkennen, daß jeder der Kühlflügel **71** an der äußeren Oberfläche **81** des ringförmigen Wandabschnittes **82** eine Dicke "m" von etwa 2,2 mm aufweisen kann, die in der Richtung senkrecht zu der Flügelneigung gemessen wird. Jeder Flügel kann sich an der inneren Kante **83** des ringförmigen Wandabschnittes **82** auf eine Dicke von etwa 1,35 mm verjüngen, die in einer Richtung senkrecht zu der Lüfterneigung gemessen wird.

[0049] Da sich die Flügel auf die Innenkante **83** des ringförmigen Wandabschnittes **82** zu verjüngen, können die Schlitte **83** mit einer relativ konstanten Breite über dem ringförmigen Wandabschnitt **82** gebildet sein. Diese konstante Breite ist wichtig, um für einen wirksamen Luftfluß durch die Schlitte **73** zwischen der Außenseite des Kühlelements **10** und der Lüfterkammer **84** zu sorgen. Jeder der Schlitte **73** kann eine Dicke "n" von etwa 2 mm aufweisen, siehe **Fig. 5**.

[0050] Wie es in den **Fig. 4** und **7** zu sehen ist, erstrecken sich die Schlitte **73** unterhalb des ringförmigen Wandabschnittes **82** und in den wärmeleitfähigen Wandabschnittes **82** und in den wärmeleitfähigen

gen Basisabschnitt **52**. Die Schlitze in dem Basisabschnitt **52** definieren nach oben gerichtete Öffnungen **97** in der unteren Oberfläche **86** der Lüfterkammer. Die unteren Abschnitte der Schlitze **73** enden in gekrümmten Oberflächenabschnitten, wie z.B. dem gekrümmten Oberflächenabschnitt **75**, der in **Fig. 5** gezeigt ist. Diese gekrümmten Abschnitte bewirken, daß sich der Luftfluß durch das Kühlelement **10** von dem vertikalen Luftflußweg **138, 139** in den horizontalen Auslaßlußweg **144, 146** ändert, wie es bezugnehmend auf **Fig. 8** ferner detailliert beschrieben wird. Das Vorsehen von gekrümmten Oberflächen, wie z.B. der gekrümmten Oberfläche **75**, ermöglicht einen glatten, energetisch wirksamen Übergang von dem vertikalen Luftflußweg **138, 139** in den horizontalen Luftflußweg **144, 146**, und trägt somit zu dem Gesamtwirkungsgrad des Kühlelements **10** bei.

[0051] Wenn die Lüfteranordnung **20** in das Wärmesenkenelement **50** eingefügt ist, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, paßt das Lüfteranordnungsbasisbauglied **30**, siehe **Fig. 2**, in die Wärmesenkensenkung **88**, siehe **Fig. 7**. Um die Lüfteranordnung **20** sicher an der Wärmesenkenanordnung **50** zu befestigen, kann ein herkömmlicher Klebstoff entweder auf die untere Oberfläche **31** des Basisbauglieds **30** der Lüfteranordnung, siehe **Fig. 2**, oder auf die untere Wand **90** der Senkung **88** der Wärmesenkenanordnung oder auf beide aufgebracht werden. Auf diese Art und Weise kann das Basisbauglied **30** der Lüfteranordnung innerhalb der Wärmesenkensenkung **88** sicher befestigt werden, während es ermöglicht wird, daß sich die Lüfterblätter **21** innerhalb der Lüfterkammer **84** frei drehen. Alternativ kann der Lüfter **20** innerhalb der Wärmesenkenanordnung **50** auf eine beliebige herkömmliche Art und Weise befestigt sein.

[0052] Die Kerbe **96** ist in der Senkung **88** der Wärmesenkenanordnung vorgesehen, um einen Zwischenraum für die Verbindung zwischen den elektrischen Drähten **34** und **36** und dem Lüfterbasisbauglied **30** zu ermöglichen, wenn die Lüfteranordnung **20** in die Wärmesenkenanordnung **50** eingefügt ist, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde. Die Drähte **34** und **36** können durch die Schlitze in der Basis **86**, wie z.B. die Schlitze **98, 100**, geführt werden, um mit einer Leistungsquelle (nicht gezeigt) verbunden zu werden, die außerhalb der Wärmesenkenanordnung **50** angeordnet ist.

[0053] Wenn die Lüfteranordnung **20** in die Wärmesenkenanordnung **50** eingefügt ist, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, dann ist der von dem Lüfter überstrichene Raum **40**, siehe **Fig. 3**, vollständig innerhalb der Lüfterkammer **84** der Wärmesenkenanordnung angeordnet, siehe **Fig. 6, 7**. Demgemäß umgibt der ringförmige Wandabschnitt **82** der Wärmesenkenanordnung vollständig den von dem Lüfter überstrichenen Raum **40**, wobei derselbe sowohl als Wärmeübertragungsfläche als auch als

Gehäuse für die Lüfteranordnung **20** wirkt. Diese Konfiguration ermöglicht es, daß das Kühlelement **10** sehr kompakt und sehr wirksam ist.

[0054] **Fig. 8** stellt das Kühlelement **10** dar, das für eine Verwendung bei einer typischen Komponentenkühlung angebracht ist. Bei dem gezeigten Beispiel ist eine Komponente **110** auf einer gedruckten Schaltungsplatine **120** angebracht. Die Komponente **110** kann beispielsweise ein Prozessor sein, wie z.B. eine zentrale Verarbeitungseinheit für die Verwendung bei Personalcomputer- und Arbeitsplatzrechner-Anwendungen. Die Komponente **110** kann an der gedruckten Schaltungsplatine **120** über elektrische Verbinder, wie z.B. die Verbinder **112, 114**, auf eine herkömmliche Art und Weise angebracht sein. Um die Wärmeableitung zu erleichtern, kann die Komponente **110** mit einem Deckel **116** versehen sein, welcher auf eine herkömmliche Art und Weise aus einem wärmeleitfähigen Material, wie z.B. Kupfer, gebildet ist.

[0055] Hilfskomponenten, wie z.B. diese, die durch die Hilfskomponenten **130, 140** dargestellt sind, sind häufig in unmittelbarer Nähe zu den Primärkomponenten, wie z.B. der Komponente **110**, angeordnet. Diese Hilfskomponenten können an der gedruckten Schaltungsplatine **120**, wie es gezeigt ist, beispielsweise mittels der Verbinder **132, 134** auf eine herkömmliche Art und Weise angebracht sein.

[0056] Während des Betriebs erzeugen elektronische Komponenten, wie z.B. die Komponenten **110, 130, 140**, beträchtliche Wärmemengen. Dies trifft insbesondere auf in letzter Zeit entwickelte sehr leistungsstarke Komponenten zu, wie z.B. auf viele der Computerprozessoren, die momentan in Verwendung sind. Um diese Komponenten bei einem Spitzenwirkungsgrad in Betrieb zu halten, und um eine Beschädigung zu vermeiden, muß ein Überhitzen der Komponenten vermieden werden. Um dieses Überhitzen zu verhindern, ist es notwendig, daß ausreichend Wärme von den Komponenten während des Betriebs entfernt wird.

[0057] Um einen Wärmeabtransport von der Primärkomponente **110** zu erreichen, kann das Kühlelement **10** direkt an dem oberen Teil des Komponentendeckels **116** angebracht sein, derart, daß die untere Oberfläche **54** des Basisabschnittes **52** der Wärmesenkenanordnung in Kontakt mit der oberen Oberfläche des Komponentendeckels **116** steht, wodurch eine Verbindungsstelle **122** zwischen denselben gebildet ist. Auf diese Art und Weise kann die Wärme, die von der Komponente **110** erzeugt wird, durch den Komponentendeckel **116** und in den Basisabschnitt **52** der Wärmesenkenanordnung **50** geleitet werden. Um die Wärmeübertragung über die Verbindungsstelle **122** zu erleichtern, kann eine wärmeleitfähige Substanz, wie z.B. ein wärmeleitfähiges

Fett, zwischen dem Deckel **116** und der unteren Oberfläche **54** des Wärmesenkenbasisabschnittes **52** auf eine herkömmliche Art und Weise aufgetragen werden.

[0058] Die Wärmesenkenanordnung **50** kann durch die Verwendung von mit Gewinden versehenen Befestigungselementen, wie z.B. den mit Gewinden versehenen Befestigungselementen **124** und **126**, die in **Fig. 8** gezeigt sind, an der gedruckten Schaltungsplatine sicher befestigt sein. Die Befestigungselemente **124**, **126** laufen durch Löcher, wie z.B. die Löcher **125**, **127** in der gedruckten Schaltungsplatine, und nehmen die mit Gewinden versehenen Öffnungen in der Wärmesenkenanordnung **50**, wie z.B. die mit Gewinden versehenen Öffnungen **64**, **66**, **68** und **70**, gewindemäßig in Eingriff, siehe **Fig. 4**. Es ist zu beachten, daß, obwohl vier mit Gewinden versehene Befestigungselemente verwendet werden können, um die Wärmesenkenanordnung **50** an der gedruckten Schaltungsplatine zu befestigen, nur zwei derselben in **Fig. 8** gezeigt sind.

[0059] Auf diese Art und Weise kann die untere Oberfläche **54** der Wärmesenkenanordnung **50** eng gegen die obere Oberfläche des Komponentendeckels **116** befestigt werden, wodurch die Wärmeübertragung zwischen den zwei Oberflächen erleichtert wird. Demgemäß wird die Wärme von der Komponente **110** weg und in den relativ großen Basisabschnitt **52** der Wärmesenkenanordnung **50** gezogen. Die Wärme wird daraufhin ferner nach oben in die Kühlflügel **71** geleitet, siehe **Fig. 4**.

[0060] Um das Wegziehen der Wärme von der Komponente **110** zu erleichtern, kann die Wärmesenkenanordnung **50** mit einem großen Basisabschnitt **52** versehen sein, wie es in **Fig. 7** gezeigt ist. Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, kann der Basisabschnitt **52** einen Durchmesser aufweisen, der im wesentlichen gleich dem Durchmesser "k" der Wärmesenkenanordnung ist. Der Basisabschnitt **52** kann ferner eine Höhe "o" von ungefähr 16 mm aufweisen. Diese relativ große Höhe "o" liefert eine große Masse eines wärmeleitfähigen Materials zwischen der unteren Oberfläche **54** der Wärmesenkenanordnung und der Lüfterkammer **84**, und wirkt folglich als große Wärmesenke, wodurch folglich das Entfernen der Wärme weg von der Komponente **110** erleichtert wird. Wenn die vorher erörterten exemplarischen Abmessungen gegeben sind, kann die Höhe "o" des Basisabschnittes **52** etwa 45% der Gesamthöhe "l" der Wärmesenkenanordnung **50** betragen. Für eine wirksame Wärmeübertragung sollte die Höhe "o" des Basisabschnittes **52** mindestens 25% der Gesamthöhe "l" der Wärmesenkenanordnung **50** betragen.

[0061] Für eine wirksame Kühlung, muß die Wärme, nachdem dieselbe in den Basisabschnitt **52** übertra-

gen wurde, ferner in die Kühlflügel **71** und daraufhin in die umgebende Luft übertragen werden. Die Fähigkeit eines Wärmesenkenelements, wie z.B. der Wärmesenkenanordnung **50**, die Wärme in die Luft zu übertragen, hängt unter anderem von der flächenmäßigen Größe der Oberfläche des Wärmesenkenelements ab, die der umgebenden Luft ausgesetzt ist. Die Kühlflügel **71** erleichtern diese Wärmeübertragung durch ein wirksames Vergrößern der Oberfläche des Wärmesenkenelements **50**.

[0062] Im Betrieb kann sich der Lüfter **20** in einer Richtung entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, wie es beispielsweise in **Fig. 1** dargestellt ist. Nun wird auf **Fig. 8** Bezug genommen. Diese Lüfterdrehung entgegen dem Uhrzeigersinn wird eine Luftbewegung in der allgemeinen Richtung der Pfeile **138**, **139** bewirken. Insbesondere wird die Einlaßluft von außerhalb des Kühlelements **10** durch die Öffnung **85** der Wärmesenkenanordnung in die Lüfterkammer **84** der Wärmesenkenanordnung eintreten, siehe **Fig. 7**. Diese Luftbewegung ist durch die Pfeile **140**, **142** in **Fig. 8** angezeigt. Nach dem Eintreten in die Lüfterkammer **84** bewegt sich die Luft in einer Richtung, die mit den Pfeilen **138**, **139** ausgerichtet ist, durch den von dem Lüfter überstrichenen Bereich **40**, siehe **Fig. 3**, nach unten auf die untere Oberfläche **86** der Lüfterkammer zu, siehe **Fig. 7**. Wenn deren Bewegung nach unten andauert, tritt die Luft durch die nach oben gerichteten Öffnungen **97**, siehe **Fig. 7**, in der unteren Oberfläche **86** der Lüfterkammer in den unteren Abschnitt der Schlitze **73** ein. Daraufhin läuft die Luft den unteren Abschnitt der Schlitze **73** nach unten und tritt aus dem Kühlelement aus, wie es durch die Pfeile **144** und **146** angezeigt ist, siehe **Fig. 8**. Nach dem Austreten aus dem Kühlelement **10**, bewegt sich der horizontale Luftflußweg **144**, **146** über die Hilfskomponenten, wie z.B. die Komponenten **130**, **140**, die neben der Komponente **110** angeordnet sind, und hilft somit dabei, dieselben zu kühlen.

[0063] Sowie sich die Luft durch den unteren Abschnitt der Schlitze **73** bewegt, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, bewegt sich dieselbe ferner zwischen den unteren Abschnitten der zugeordneten Flügel **71**, die in dem Basisabschnitt **52** angeordnet sind, wodurch die Flügel gekühlt werden, und die Wärme von der Wärmesenkenanordnung **50** entfernt wird.

[0064] Der Luftfluß **138**, **139**, der sich durch die Lüfterkammer bewegt, ergibt einen Bernoulli-Effekt, während dieselbe die Schlitze **73** passiert. Dieser Bernoulli-Effekt bewirkt einen zusätzlichen Einlaßluftfluß, wie es durch die Pfeile **148** und **150** angezeigt ist, siehe **Fig. 8**. Der Luftfluß **148**, **150** weist Luft auf, die sich von außerhalb des Kühlelements **10** durch den oberen Abschnitt der Schlitze **73** und in die Lüfterkammer **84** bewegt. Der Luftfluß **148**, **150** verbin-

det sich daraufhin mit dem Luftfluß **140, 142**, um den Luftfluß **138, 139** zu bilden, der im vorhergehenden beschrieben wurde.

[0065] Durch Verwenden des Bernoulli-Effekts ist das Kühlelement **10** in der Lage, eine größere Luftbewegung durch das Element zu bewirken, als es mit einer herkömmlichen Konfiguration möglich wäre. Insbesondere ist die ringförmige Wand **82** der Lüfterkammer **84** mit den Schlitzten **73** versehen, um für den im vorhergehenden beschriebene Bernoulli-Effekt zu sorgen. Die Bewegung des Luftflusses **138, 139** an den Schlitzten **73** vorbei bewirkt den Bernoulli-Effekt und ergibt folglich die im vorhergehenden beschriebene erhöhte Luftbewegung.

[0066] Sowie sich der Luftfluß **148, 150** durch den oberen Abschnitt der Schlitzte **73** bewegt, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, bewegt sich derselbe ferner zwischen den oberen Abschnitten der zugeordneten Flügel **71**, wodurch eine zusätzliche Kühlung der Flügel **71**, die in dem ringförmigen Wandabschnitt **82** angeordnet sind, und ein Entfernen der Wärme von der Wärmesenkenanordnung **50** geschaffen wird.

[0067] Wie es aus der oben erwähnten Beschreibung zu ersehen ist, wird jeder Flügel **71** des Kühlelements **10** von zwei getrennten Luftflüssen gekühlt. Zuerst bewegt sich der Luftfluß **148, 150** an dem oberen Abschnitt der Flügel **71** vorbei, um die Flügel zu kühlen. Daraufhin bewegt sich der Luftfluß **144, 146** an einem unteren Abschnitt der Flügel **71** vorbei, um die Flügel weiter zu kühlen. Demgemäß wird ein Abschnitt der Luft, der sich durch das Kühlelement **10** bewegt, zweimal zum Kühlen verwendet, d.h. zum ersten Mal beim Ansaugen, das den Luftfluß **148, 150** bildet, und ein zweites Mal teilweise beim Austreten, das den zweiten Luftfluß **144, 146** bildet.

[0068] Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, ist das Kühlelement **10** in der Lage, die Ansaugluft sowohl von der Öffnung **85** als auch von den Schlitzten **73**, die die Lüfterkammer **84** umgeben, zu erhalten. Da das Kühlelement **10** nicht allein auf die Lüfterkammeröffnung **85** für die Ansaugluft angewiesen ist, ist der Zwischenraum, der oberhalb des Kühlelements **10** vorgesehen ist, weniger kritisch als bei herkömmlichen Entwürfen. Es hat sich beispielsweise herausgestellt, daß das Kühlelement mit einem Zwischenraum von weniger als 2 mm oberhalb der Öffnung **85** wirksam arbeitet. Diese Fähigkeit, bei Anwendungen mit geringem Zwischenraum zu arbeiten, ist ein äußerst vorteilhaftes Merkmal, welches es ermöglicht, daß das Kühlelement, bei bezüglich des Raums empfindlichen Anwendungen und insbesondere bei Anwendungen, bei denen die Abmessung senkrecht zu der Ausrichtung der gedruckten Schaltungsplatine **120** begrenzt ist, verwendet werden kann.

[0069] Insbesondere weist das Kühlelement **10**, das gemäß den im vorhergehenden beschriebenen exemplarischen Abmessungen aufgebaut ist, einen gemessenen thermischen Widerstand von etwa $0,35^{\circ}\text{C}$ pro Watt mit einem unbegrenzten Zwischenraum oberhalb der Öffnung **85** auf. Dieser thermische Widerstand wurde auf eine herkömmliche Art und Weise als die Differenz zwischen der Temperatur der unteren Oberfläche **54** und der Umgebungsluft geteilt durch die Wärmeenergie in Watt, die von der Wärmequelle (beispielsweise der Komponente **110**) erzeugt wird, gemessen. Wenn eine massive Platte ungefähr 2 mm oberhalb der Öffnung **85** plaziert ist, verschlechtert sich der gemessene thermische Widerstand des Kühlelements **10** lediglich auf etwa $0,38^{\circ}\text{C}$ pro Watt. Demgemäß ist es zu erkennen, daß der thermische Widerstand des Kühlelements **10** lediglich um etwa 9% abfällt, wenn der vertikale Zwischenraum oberhalb der Öffnung **85** auf etwa 2 mm reduziert wird.

[0070] Bezugnehmend auf **Fig. 5** ist es ersichtlich, daß die Wärmesenkenanordnung **50** eine longitudinale Mittelachse "BB" aufweist, welche senkrecht zu der Ebene der unteren Oberfläche **54** der Wärmesenkenanordnung ist, und welche ferner kolinear mit der Rotationsachse "AA" der Lüfteranordnung ist, wenn die Lüfteranordnung **20** innerhalb der Wärmesenkenanordnung **50** angebracht ist, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde. Mit einer weiteren Bezugnahme auf **Fig. 5** ist es ersichtlich, daß jeder der Flügel **71** eine longitudinale Mittelachse "VV" aufweist. Jede longitudinale Flügelmittelachse "VV" ist um einen Winkel "w" bezüglich der longitudinalen Mittelachse "BB" der Wärmesenke angewinkelt. Da die Schlitzte **73** die Flügel **71** definieren, weist jeder Schlitzt eine longitudinale Mittelachse auf, welche bezüglich der longitudinalen Mittelachse "BB" der Wärmesenke um den gleichen Winkel "w" geneigt ist.

[0071] Es hat sich herausgestellt, daß die im vorhergehenden beschriebene Flügelneigung dabei behilflich ist, das Geräusch, das von dem Kühlelement **10** während des Betriebs erzeugt wird, zu reduzieren. **Fig. 9** stellt die Konfiguration eines einzelnen Blattes **22** der Lüfteranordnung **20** dar. Das Blatt **22** weist eine Ausrichtungsachse "FF" auf, welche auf eine herkömmliche Art und Weise um einen Winkel "x" bezüglich der longitudinalen Mittelachse "AA" der Lüfteranordnung geneigt ist. Wenn sich die Lüfteranordnungsnahe **28** in einer Richtung entgegen dem Uhrzeigersinn dreht, bewegt sich das Blatt **22** im allgemeinen in der Richtung des Pfeils **152** in **Fig. 9**. Wegen der im vorhergehenden beschriebenen Neigung des Blattes **22** ergibt diese Bewegung eine Luftbewegung in einer Richtung, die durch den Pfeil **154** angezeigt ist. Die Richtung, die durch den Pfeil **154** angezeigt ist, ist im wesentlichen senkrecht zu der Blattausrichtungsachse "FF".

[0072] Ferner sind die in **Fig. 9** hinzugefügte longitudinale Flügelmittelachse "VV" und longitudinale Wärmesenkenmittelachse "BB" gezeigt. Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, ist die longitudinale Mittelachse "BB" der Wärmesenke kolinear mit der Rotationsachse "AA" der Lüfteranordnung, wenn die Lüfteranordnung **20** innerhalb der Wärmesenkenanordnung **50** angebracht ist. Wie es zu ersehen ist, bildet die longitudinale Flügelmittelachse "VV" einen Winkel "w" sowohl bezüglich der Rotationsachse "AA" der Lüfteranordnung als auch bezüglich der longitudinalen Mittelachse "BB" der Wärmesenke, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde. Wie es ferner zu erkennen ist, bildet die longitudinale Flügelmittelachse "VV" ferner einen Winkel "y" bezüglich der Blattausrichtungsachse "FF". Wie aus einer Überprüfung von **Fig. 9** zu ersehen ist, ergibt das Addieren der Winkel "w" und "x" immer den Winkel "Y".

[0073] Es hat sich herausgestellt, daß, wenn das Kühlelement **10** in Betrieb ist, das Geräusch, das von dem Kühlelement erzeugt wird, deutlich durch den Winkel "y" zwischen der longitudinalen Flügelmittelachse "VV" und der Blattausrichtungsachse "FF" beeinflußt wird. Das Lüftergeräusch stellt ein bedeutendes Problem dar, das den Kühlelementen, wie z.B. dem hierin beschriebenen Kühlelement **10**, zugeordnet ist. Dieses Geräusch stellt insbesondere in Situationen, in denen größere Lüfter und/oder Lüfter mit höherer Geschwindigkeit verwendet werden, um eine erhöhte Kühlkapazität zu erreichen, und bei Tischgerätcomputern ein Problem dar, bei denen sich ein Anwender im allgemeinen in unmittelbarer Nähe zu der Maschine befindet. Das Geräuschproblem wird in Situationen weiter verschlimmert, in denen mehrere integrierte Schaltungselemente und somit mehrere Kühlelemente in dem gleichen Computergehäuse angebracht sind, wie es bei vielen Hochleistungscomputern der Fall ist.

[0074] Es hat sich herausgestellt, daß das Geräusch, das von den Kühlelementen, wie z.B. dem Kühlelement **10**, erzeugt wird, maximal ist, wenn der Winkel "y" gleich 0 Grad ist, und, daß das Geräusch minimal ist, wenn der Winkel "y" gleich 90 Grad ist. Obwohl das Geräusch bei einem Winkel "y" von 90 Grad minimiert ist, können unter Verwendung eines Winkels "y" zwischen etwa 75 Grad und 105 Grad annehmbare Geräuschpegel erreicht werden.

[0075] Wie es zu erkennen ist, wird der Kühlflügelwinkel "w" bei einem gegebenen Lüfterblattwinkel "x" von etwa 55 Grad (wie es bei vielen herkömmlichen Lüftern typisch ist) einen Bereich zwischen etwa 20 Grad und 50 Grad aufweisen, wenn der Winkel "y" einen Bereich zwischen etwa 75 Grad und 105 Grad aufweist, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde. Wie es ferner zu erkennen ist, wird der Kühlflügelwinkel "w" etwa gleich 35 Grad sein, wenn der Winkel "y" etwa gleich 90 Grad ist, und der Lüfter-

blattwinkel "x" etwa gleich 55 Grad ist.

[0076] Die Flügelwinkelkonfiguration, die im vorhergehenden beschrieben wurde, ergibt ferner eine weitere Verbesserung des Betriebs des Kühlelements **10**. Diese wird nun detailliert beschrieben.

[0077] Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, definieren die Schlitze **73** in dem Basisabschnitt **52** der Wärmesenkenanordnung nach oben gerichtete Öffnungen **97** in der unteren Oberfläche **86** der Lüfterkammer, siehe **Fig. 6**. Diese Öffnungen dienen dazu, einen Auslaßweg für die Luft zu schaffen, die aus der Lüfterkammer **84** während des Betriebs des Kühlelements **10** austritt. Die unteren Abschnitte der Schlitze **73** enden in gekrümmten Oberflächenabschnitten, wie z.B. dem gekrümmten Abschnitt **75**, der in **Fig. 5** gezeigt ist. Diese gekrümmten Abschnitte bewirken, daß sich der Luftfluß durch das Kühlelement **10** von dem vertikalen Luftflußweg **138, 139** in den horizontalen Auslaßflußweg **144, 146** ändert, wie es im vorhergehenden bezugnehmend auf **Fig. 8** beschrieben wurde.

[0078] Nun wird wieder auf **Fig. 9** Bezug genommen. Es ist zu erkennen, daß die Schlitze **73** in dem Basisabschnitt **52** ebenso wie die nach oben gerichteten Öffnungen **97** um den gleichen Winkel "y" bezüglich der Blattausrichtungsachse "FF" geneigt sind. Wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, ist die Luftflußrichtung **154**, siehe **Fig. 9**, um ungefähr 90 Grad bezüglich der Blattausrichtungsachse "FF" ausgerichtet. Demgemäß wird das Ausrichten der longitudinalen Flügelmittelachse "VV" um ungefähr 90 Grad von der Blattausrichtungsachse "FF" die Luftflußrichtung **154** ergeben, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, die im wesentlichen mit der longitudinalen Flügelmittelachse "VV" und demgemäß mit den Schlitzen **73** ausgerichtet ist, welche mit der gleichen Neigung wie die Flügel **71** gebildet sind, wie es im vorhergehenden erklärt wurde.

[0079] Diese Ausrichtung der Luftflußrichtung **154** und der Auslaßöffnungen **97** und -Schlitze **73** ergibt einen geraden, glatten Auslaßweg für die Luft, die die Lüfterkammer **84** verläßt. Diese Konfiguration trägt somit zu dem Wirkungsgrad des Kühlelements **10** bei, indem die Luftflußstoßverluste reduziert werden, denen man sonst bei einem herkömmlichen Element begegnen kann.

[0080] Bezugnehmend auf **Fig. 6** ist es ersichtlich, daß die Wärmesenkenanordnung **50** eine Symmetrielinie "HR-HR" aufweist, welche senkrecht zu der longitudinalen Mittelachse "BB" der Wärmesenke ist, siehe **Fig. 5**. Mit weiterer Bezugnahme auf **Fig. 6** ist es ersichtlich, daß jeder der Schlitze **97** in der unteren Oberfläche **86** eine longitudinale Schlitzmittelachse "SS" aufweist. Jede longitudinale Schlitzmittelachse "SS" ist um einen Winkel "A" bezüglich der

Symmetrielinie "HR-HR" der Wärmesenke geneigt.

[0081] Es hat sich herausgestellt, daß die im vorhergehenden beschriebene Schlitzneigung ferner dabei behilflich ist, das Geräusch zu reduzieren, das von dem Kühlelement **10** während des Betriebs erzeugt wird. **Fig. 10** stellt die Konfiguration eines einzelnen Blattes **22** der Lüfteranordnung **20** dar, wie es von oben ersichtlich ist. Die Lüfteranordnung **20** weist eine Symmetrielinie "FR-FR" auf, welche zu der longitudinalen Mittelachse "AA" der Lüfteranordnung, siehe **Fig. 2**, und zu der longitudinalen Mittelachse "BB" der Wärmesenke, siehe **Fig. 5**, senkrecht ist, wenn die Lüfteranordnung **20** in die Wärmesenkenanordnung **50** eingebaut ist, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde. Der untere Abschnitt **185** des Blattes **22** weist eine Ausrichtungsachse "ZZ" auf, welche um einen Winkel "B" bezüglich der Symmetrielinie "FR-FR" der Lüfteranordnung auf eine herkömmliche Art und Weise geneigt ist.

[0082] Ferner ist die in **Fig. 10** hinzugefügte longitudinale Schlitzmittelachse "SS" gezeigt. Wie es ersichtlich ist, bildet die longitudinale Schlitzmittelachse "SS" einen Winkel "C" bezüglich der Ausrichtungsachse "ZZ" des Lüfterblattes. Wie aus einer Überprüfung von **Fig. 10** zu ersehen ist, ergibt das Addieren der Winkel "A" und "B" immer den Winkel "C".

[0083] Es hat sich herausgestellt, daß, wenn das Kühlelement **10** in Betrieb ist, das Geräusch, das von dem Kühlelement erzeugt wird, deutlich durch den Winkel "C" zwischen der longitudinalen Schlitzmittelachse "SS" und der Ausrichtungsachse "ZZ" des Lüfterblattes beeinflußt wird. Es hat sich herausgestellt, daß das Geräusch, das von den Kühlelementen, wie z.B. dem Kühlelement **10**, erzeugt wird, maximal ist, wenn der Winkel "C" gleich 0 Grad ist, und daß das Geräusch minimal ist, wenn der Winkel "C" gleich 90 Grad ist. Obwohl das Geräusch bei einem Winkel "C" von 90 Grad minimiert ist, können annehmbare Geräuschpegel unter Verwendung eines Winkels "C" zwischen etwa 45 Grad und etwa 135 Grad erreicht werden.

[0084] Es sei angemerkt, daß bei dem Kühlelement, das gemäß den exemplarischen Abmessungen, die im Vorhergehenden bekannt gemacht wurden, aufgebaut ist, der Winkel "C" etwa 60 Grad betragen kann. Wie es aus einer Überprüfung der **Fig. 6** und **10** zu ersehen ist, würde ein Erhöhen des Winkels "C" über etwa 60 Grad hinaus auch den Winkel "A" erhöhen, woraus sich eine Störung zwischen den benachbarten Öffnungen **97** ergeben würde. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß ein Winkel "C" von 60 Grad einen ausreichend ruhigen Betrieb liefert.

[0085] Es sei ferner angemerkt, daß andere Konfigurationen des Kühlelements verwendet werden können, bei welchen der Winkel "C" gleich 90 Grad

eingestellt werden könnte. Ein Beispiel wäre eine Wärmesenkenanordnung **50** mit einer niedrigeren Anzahl von Schlitten und breiteren Kühlflügeln. Eine derartige Konfiguration würde beispielsweise einen geeigneten Zwischenraum ermöglichen, derart, daß ein Winkel "C" von 90 Grad für eine maximale Geräuschverminderung verwendet werden könnte.

[0086] Obwohl die Wärmesenkenanordnung **50** auf jede beliebige herkömmliche Art und Weise aufgebaut werden kann, wird nun ein bevorzugtes Verfahren für deren Aufbau beschrieben.

[0087] Als erstes kann eine massive runde extrudierte Stange, beispielsweise aus Aluminium, mit dem im wesentlichen gleichen Durchmesser wie der Außendurchmesser "k" der Wärmesenkenanordnung, siehe **Fig. 7**, vorgesehen sein.

[0088] Der Zylinder kann dann beispielsweise mit einer Drehbank maschinell auf den exakten Außendurchmesser "k" der Wärmesenkenanordnung bearbeitet werden. Eine Drehbank kann daraufhin wieder auf eine herkömmliche Art und Weise verwendet werden, um die Lüfterkammer **84** mit einem Durchmesser "f" und die Senkung **88** mit einem Durchmesser "g" zu bilden.

[0089] Ein herkömmlicher Fingerfräsbetrieb kann verwendet werden, um die Kerbe **96** zu bilden, wie es in **Fig. 7** gezeigt ist. Die Schlüsse **73** können dann unter Verwendung eines Ringschneiders gebildet werden. Nachdem der Ringschneider um den gewünschten Schlitz- und Flügelneigungswinkel "w" und -Rotationswinkel "A" ausgerichtet ist, können aufeinanderfolgende Schlüsse geschnitten werden, wobei die Wärmesenkenanordnung zwischen jedem Schnitt um einen geeigneten Abstand bezüglich des Ringschneiders gedreht wird.

[0090] Ein Zylinder mit einer Höhe, die im wesentlichen gleich der Höhe "l" der Wärmesenkenanordnung ist, siehe **Fig. 7**, wird dann von der Stange geschnitten. Nach dem Schneiden des Zylinders kann die untere Oberfläche **54** der Wärmesenkenanordnung flach und glatt gefräst werden, um eine zuverlässige Befestigung an einer Wärmequelle zu erleichtern. Schließlich können die Bohrungen **56**, **58**, **60**, **62** und die mit Gewinden versehenen Öffnungen **64**, **66**, **69**, **70** in die untere Oberfläche **54** gearbeitet werden.

[0091] Um eine Wärmesenkenanordnung mit den hierin bekannt gemachten exemplarischen Abmessungen zu bilden, kann der verwendete Ringschneider einen Durchmesser von ungefähr 10 cm (4,0 Zoll) und eine Dicke von ungefähr 0,8 cm (5/16 eines Zoll) aufweisen. Wie es zu ersehen ist, wird der Durchmesser des Ringschneiders die Krümmung der gekrümmten Oberflächenabschnitte **75** des unteren

Teils des Schlitzes vorschreiben, siehe **Fig. 5.**

etwa 35 Grad geneigt ist.

[0092] Das Bilden der Wärmesenkenanordnung **50**, wie es im vorhergehenden beschrieben wurde, ergibt eine Wärmesenkeneneinheit mit einer einstückigen Konfiguration. Dies ist bezüglich dem wirksamen Entfernen von Wärme von der Wärmequelle vorteilhaft, da jede Verbindungsstelle in der Wärmesenkenanordnung dazu tendieren würde, die Wärmeübertragungsfähigkeit zu beeinträchtigen.

Es folgen 8 Blatt Zeichnungen

Patentansprüche

1. Kühlelement zum Ableiten von wärme von einer Wärmequelle (**110**), mit:
 einer Kühlelementmittelachse (B-B);
 einem Wärmesenkenenelement (**50**), mit
 einer planaren Oberfläche (**54**), die vorgesehen ist, um die Wärmequelle (**110**) zu berühren, wobei die Kühlelementmittelachse (B-B) senkrecht zu der planaren Oberfläche (**54**) ist,
 einem peripheren Wandabschnitt (**82**), der sich von der planaren Oberfläche (**54**) nach oben erstreckt und eine Kammer (**84**) definiert, und
 einer Mehrzahl von Kühlfügeln (**71**), die durch Schlitze (**73**) in dem peripheren Wandabschnitt (**82**) definiert sind und die jeweils eine longitudinale Achse (V-V) aufweisen, wobei sich die Schlitze (**73**) von einer Innenseite (**83**) des peripheren Wandabschnitts (**82**) zu dessen Außenseite (**81**) erstrecken, und sich bezüglich der planaren Oberfläche (**54**) nach oben erstrecken, und wobei die longitudinalen Achsen (V-V) gegenüber der Kühlelementmittelachse (B-B) in eine erste Richtung geneigt sind; und
 einem Lüfter (**20**), der in der Kammer (**84**) angeordnet ist und eine Mehrzahl von Lüfterblättern (**21**) aufweist, die jeweils eine longitudinale Achse (F-F) aufweisen, wobei die longitudinalen Achsen (F-F) gegenüber der Kühlelementmittelachse (B-B) in eine zweite zur ersten Richtung entgegengesetzten Richtung geneigt sind.

2. Kühlelement gemäß Anspruch 1, das ferner einen wärmeleitfähigen Basisabschnitt (**52**) aufweist, der bei einer Anordnung des Kühlelements an der Wärmequelle (**110**) zwischen der Wärmequelle (**110**) und der Kammer (**84**) angeordnet ist.

3. Kühlelement (**10**) gemäß Anspruch 2, bei dem sich die Kühlfügel (**71**) in den Basisabschnitt (**52**) erstrecken.

4. Kühlelement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem jeder der Kühlfügel (**71**) bezüglich der Kühlelementmittelachse (B-B) um einen Winkel zwischen etwa 20 Grad und 70 Grad geneigt ist.

5. Kühlelement gemäß einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem jeder der Kühlfügel (**71**) bezüglich der Kühlelementmittelachse (B-B) um einen Winkel von

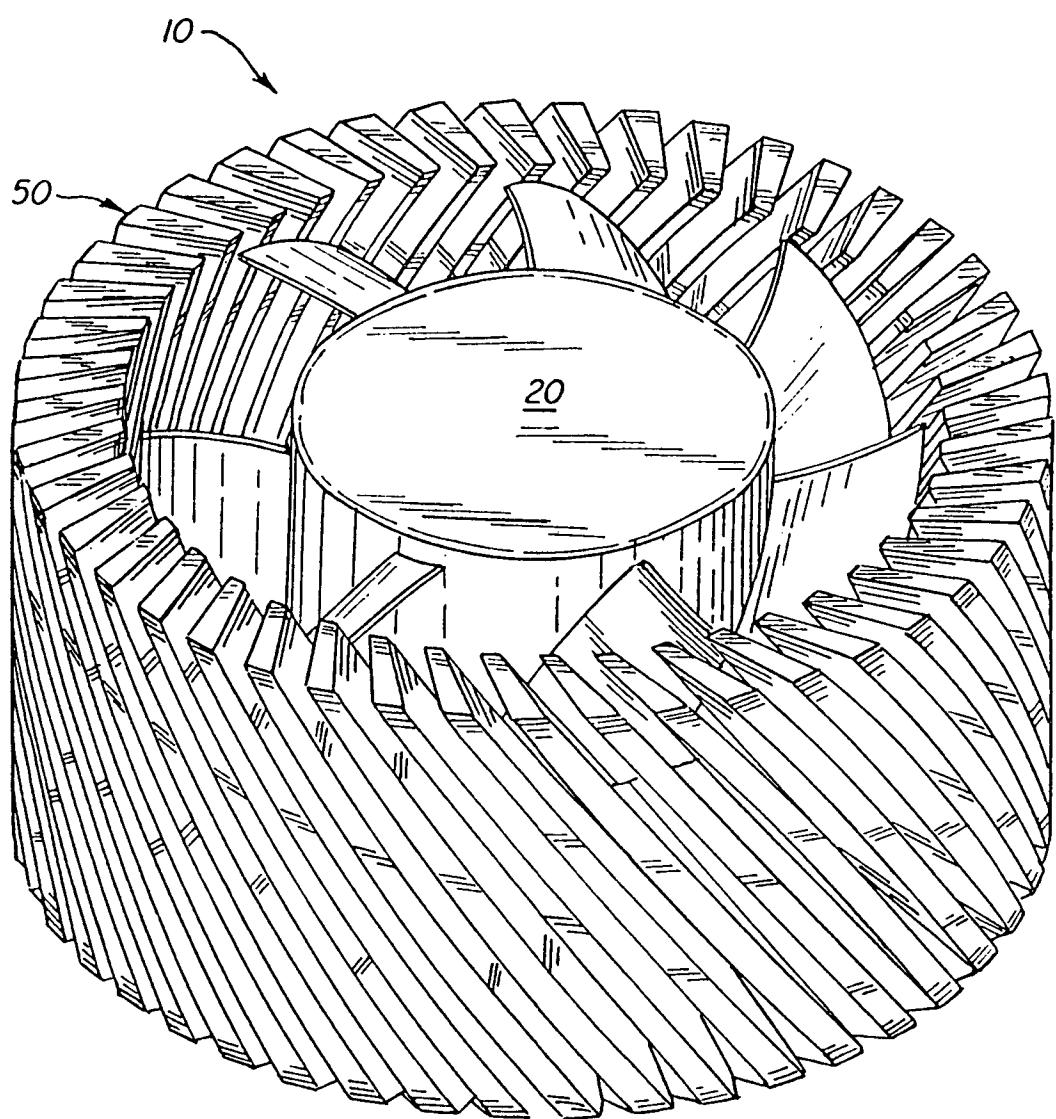


FIG.1

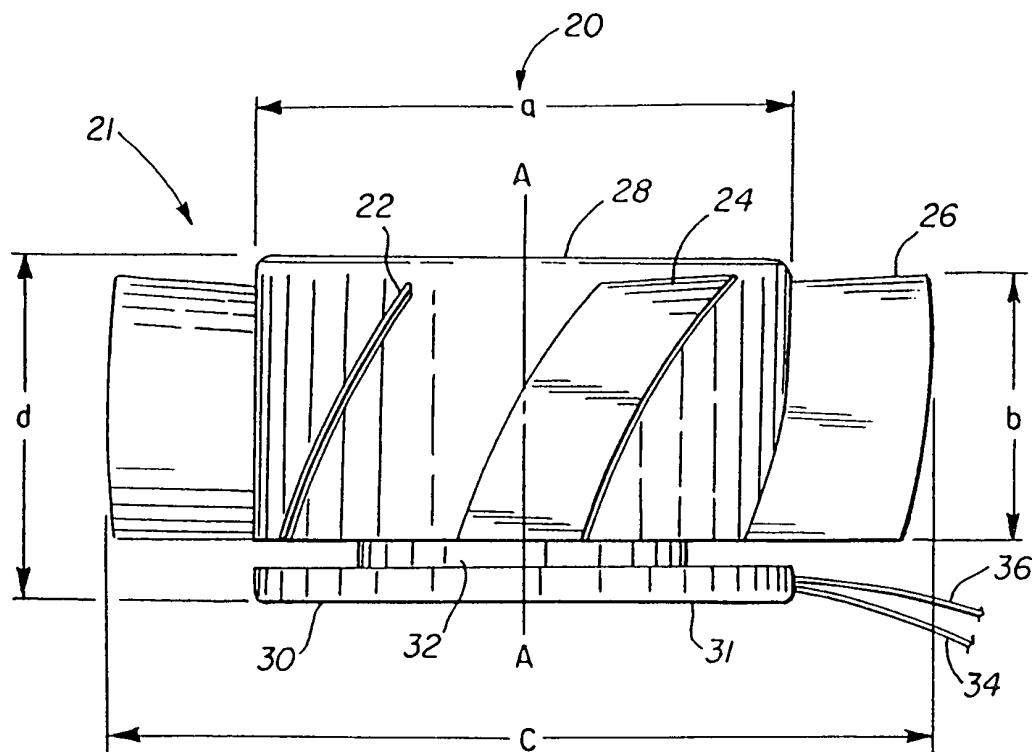


FIG. 2

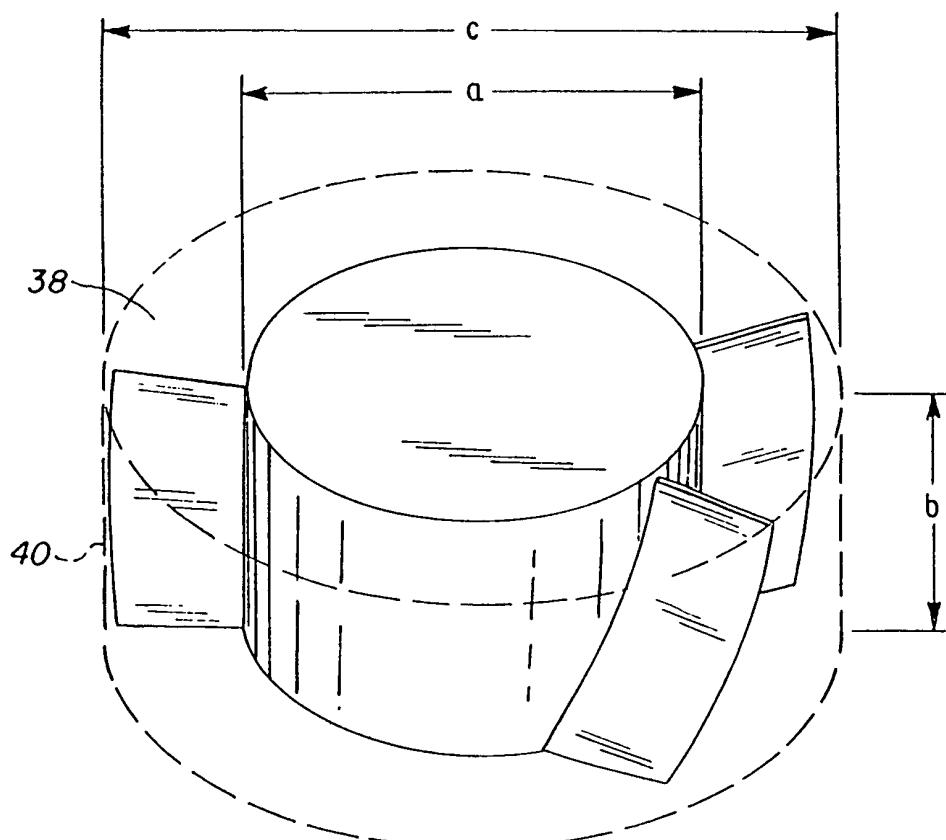
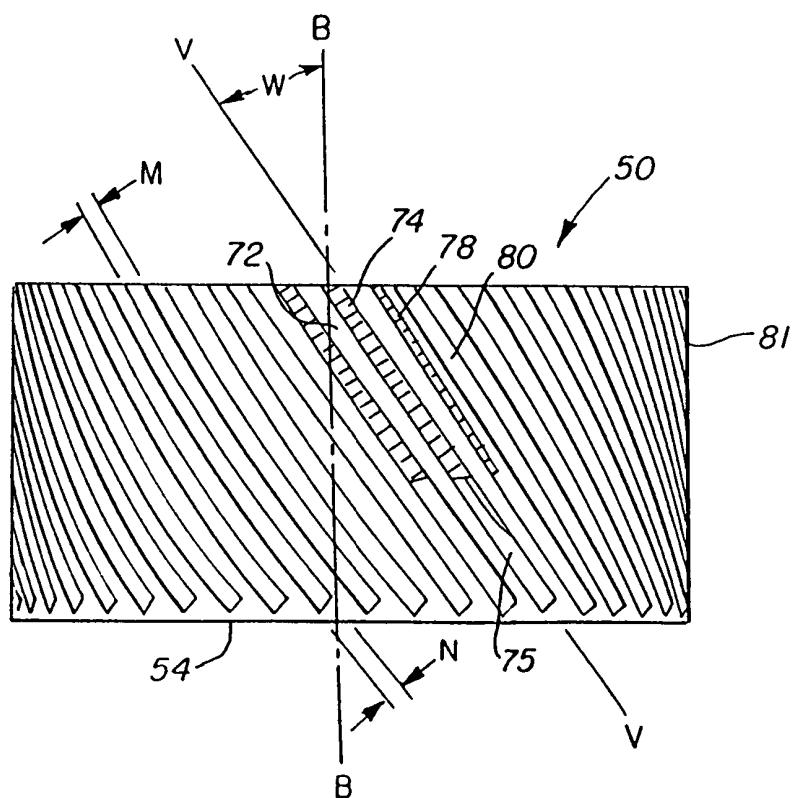
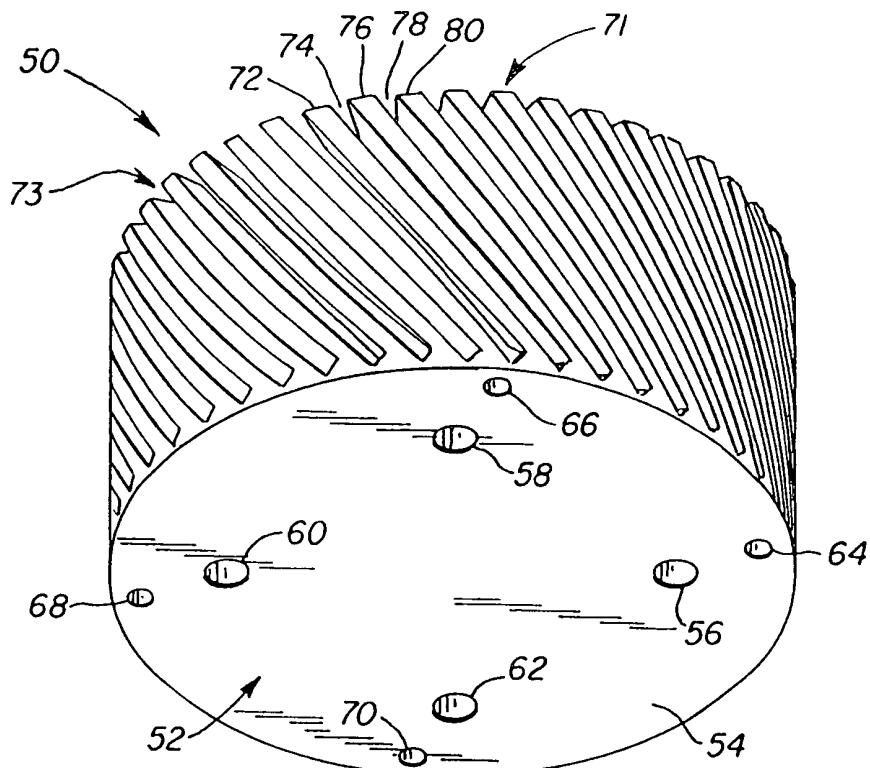


FIG. 3



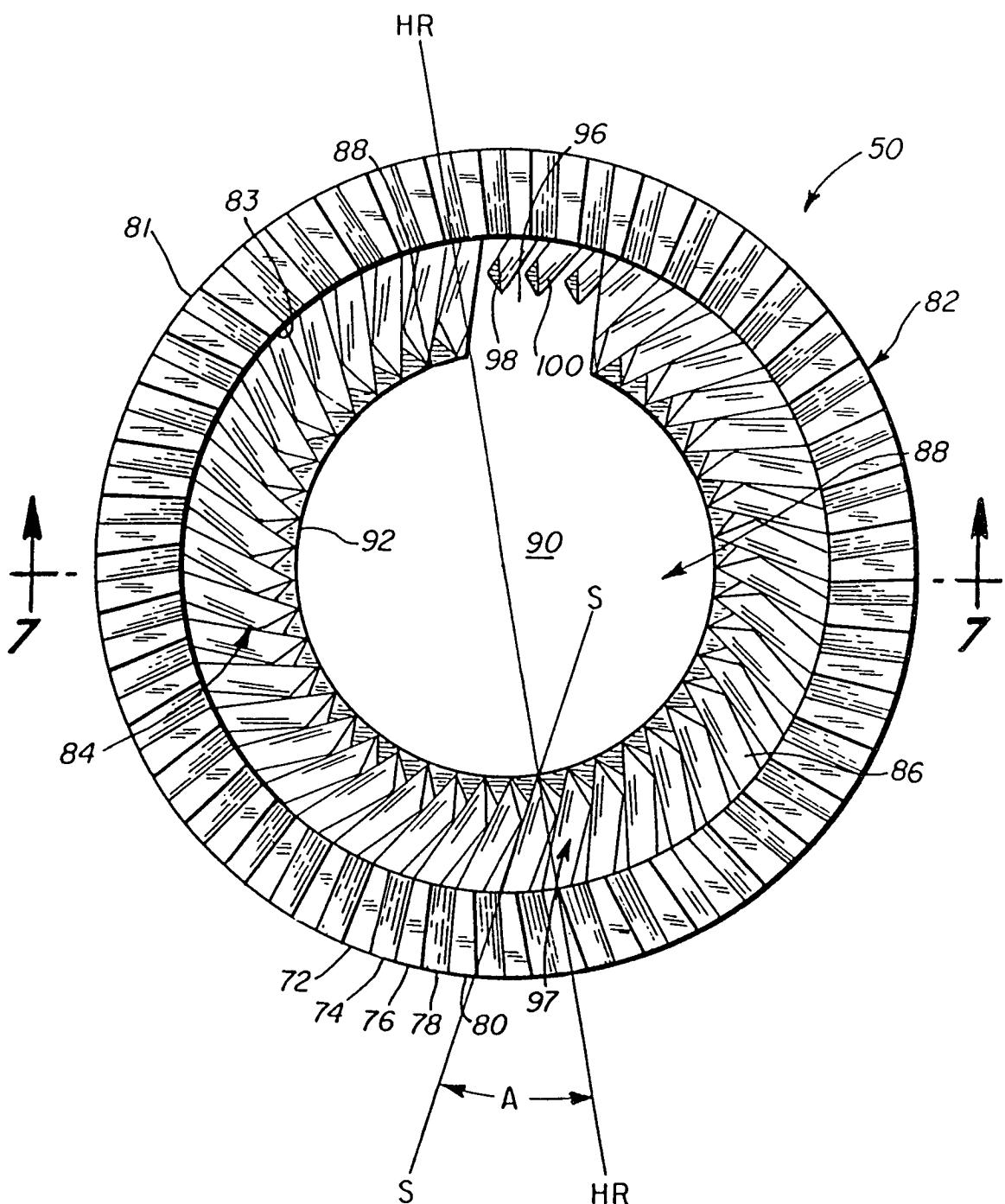
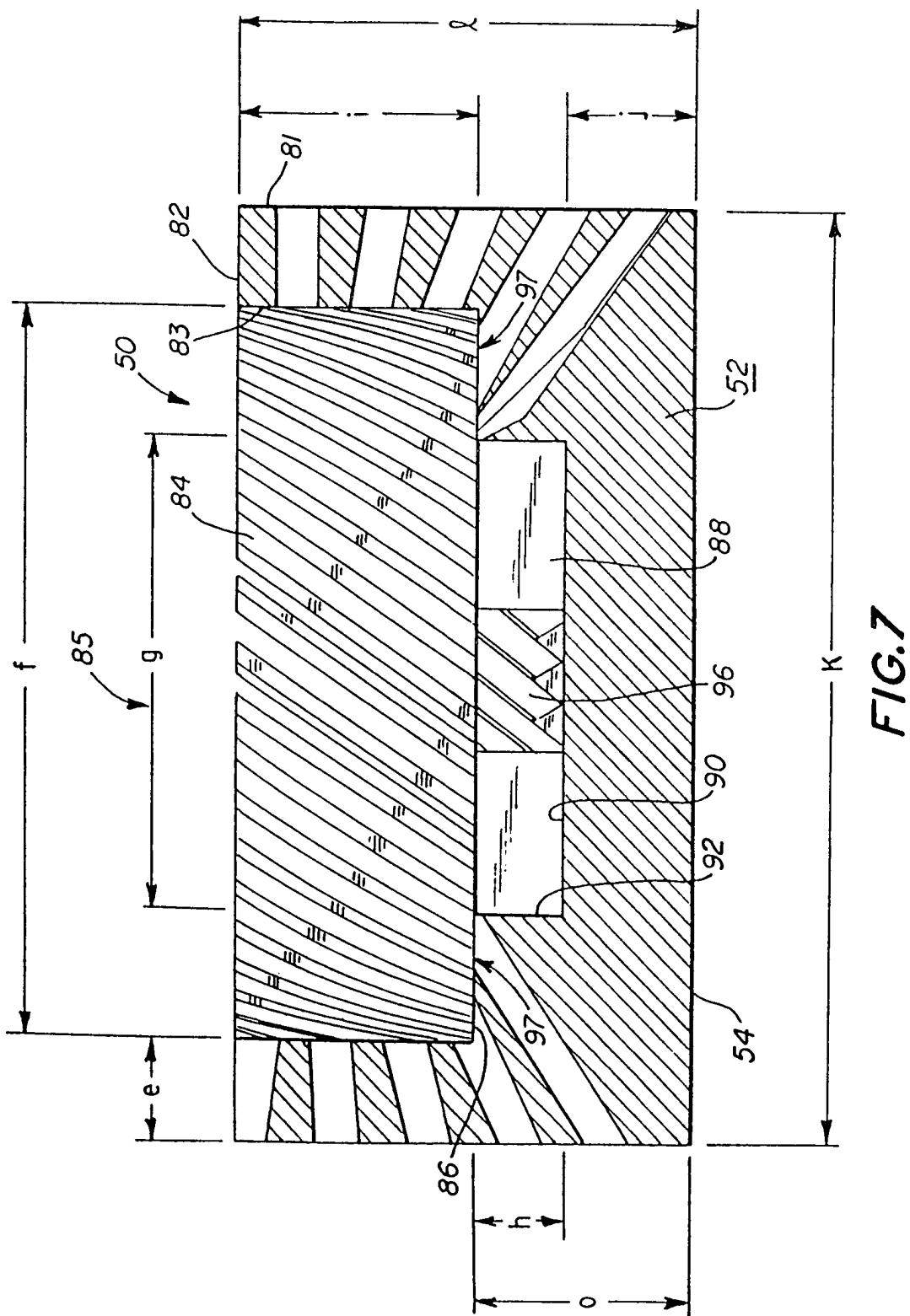


FIG.6



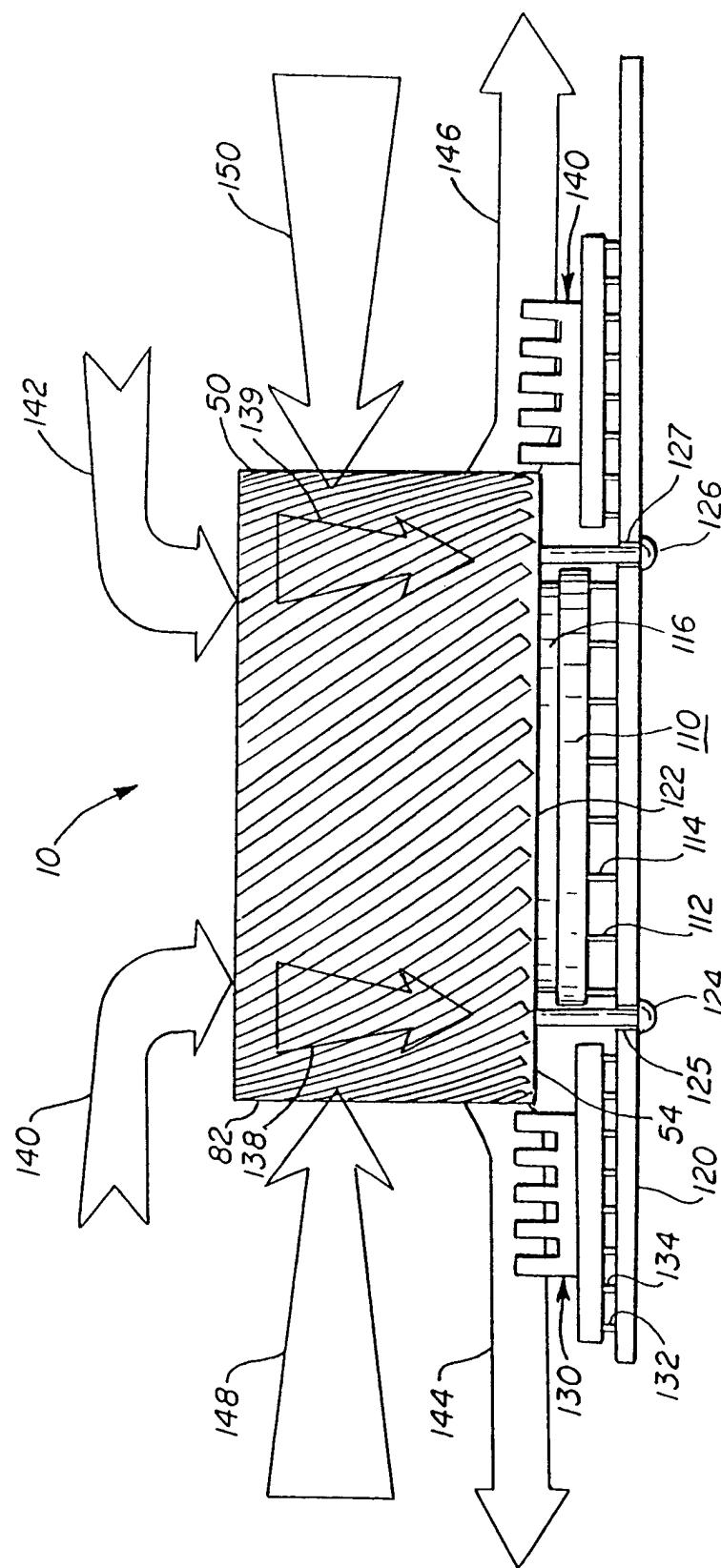


FIG. 8

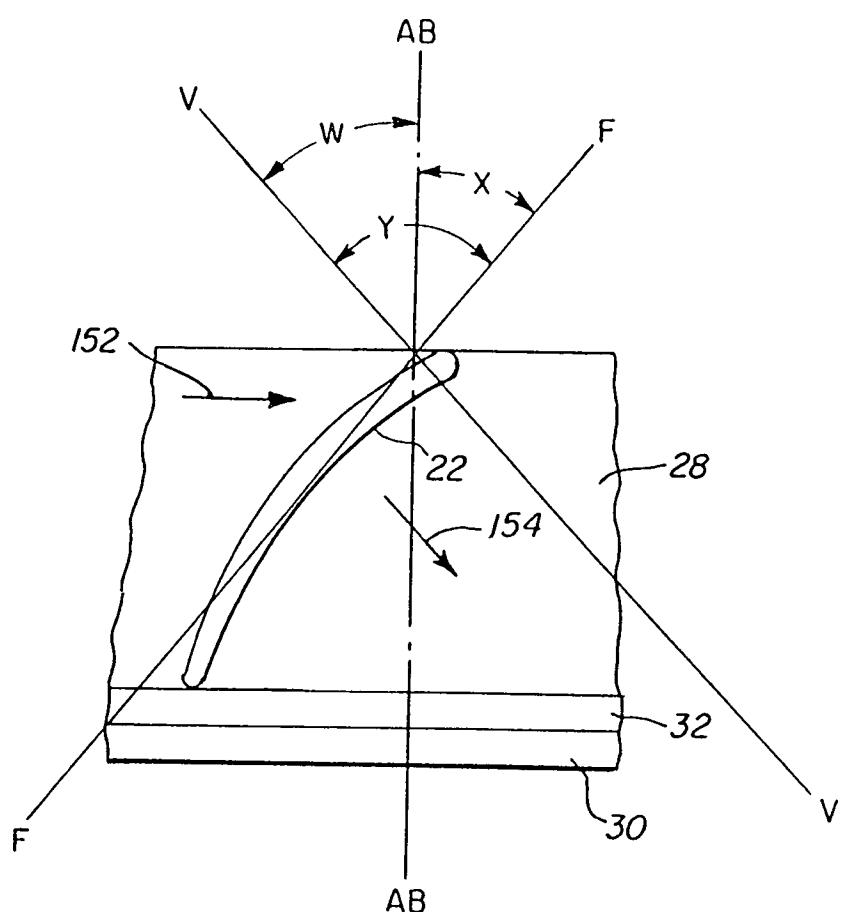


FIG.9

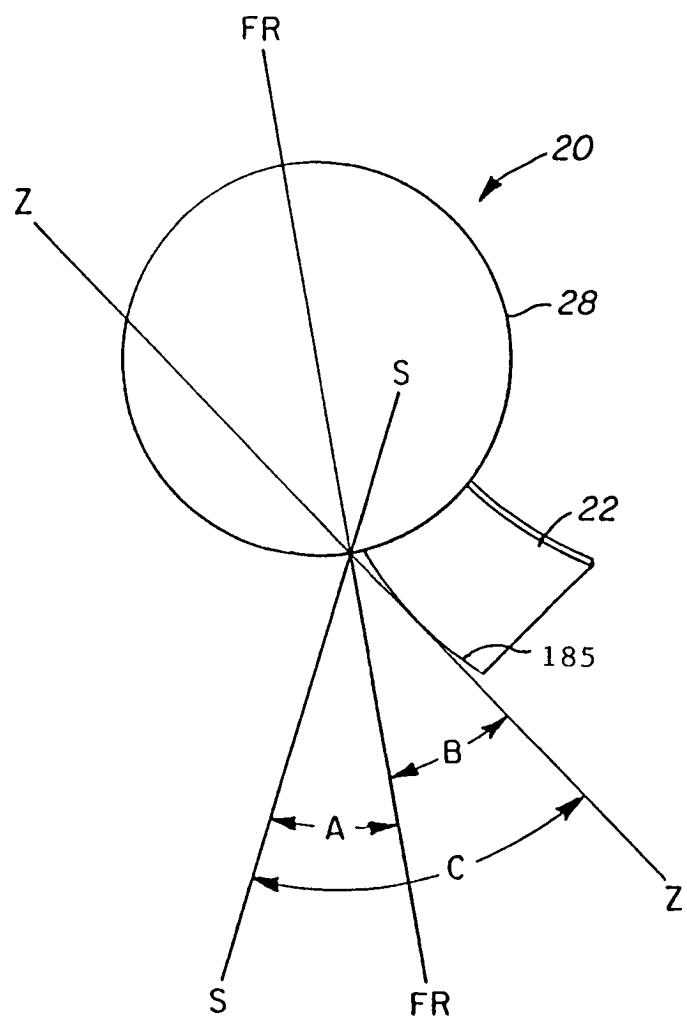


FIG.10