



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 263 161 A1

4(51) H 01 L 23/48

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 L / 305 394 0

(22) 28.07.87

(44) 21.12.88

(71) VEB Elektrophjekt und Anlagenbau Berlin, Rhinstraße 100, Berlin, 1140, DD

(72) Arnold, Jürgen, Dipl.-Ing.; Frank, Andre, Dipl.-Ing.; Rosenberger, Brigitte, Dipl.-Ing., DD

(54) Anordnung, zur Kühlung von wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen

(55) Anordnung, Kühlung, elektronische Bauelemente, Leiterplatte, Kühlflüssigkeit, vakuumdichtes Gehäuse, Flüssigkeitszwangsumlauf, elektromagnetische Abschirmung, elektrostatischer Schutz, Packungsdichte

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Kühlung von wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen auf einer Leiterplatte und findet für integrierte Baugruppen der Mikroelektronik, insbesondere in der Automatisierungstechnik, Schiffs- sowie Konsumgüterelektronik Anwendung. Die wesentlichen Merkmale der Erfindung bestehen darin, daß auf eine mit wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen bestückten Leiterplatte zur Kühlung unter Verwendung einer strömenden, die elektronischen Bauelemente berührende Kühlflüssigkeit, ein Gehäuse vakuumdicht aufgebracht ist, wobei das Gehäuse eine Ein- und Austrittsöffnung vorstellt, die über ein Schlauch- und/oder Röhrensystem an einem Flüssigkeitszwangsumlauf mit einer konstant zu haltenden Betriebstemperatur angeschlossen sind.

Patentansprüche:

1. Anordnung zur Kühlung von wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen auf einer Leiterplatte unter Verwendung einer Kühlflüssigkeit, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf eine mit wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen (6.1; 6.2; 6.3) bestückte Leiterplatte (3) zur Kühlung unter Verwendung einer strömenden, die elektronischen Bauelemente berührende und wärmeaufnehmende Kühlflüssigkeit (13), vorzugsweise Rizinusöl, ein Gehäuse (4) vakuumdicht aufgebracht ist, wobei das Gehäuse (4) eine Ein- und Austrittsöffnung (11; 12) vorsieht, die über ein Schlauch- und/oder Röhrensystem an einem Flüssigkeitszwangsumlauf mit einer konstant zu haltenden Betriebstemperatur T1 angeschlossen sind.
2. Anordnung zur Kühlung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß die Eintrittsöffnung (11) des Gehäuses (4) ein Rückschlagventil und die Austrittsöffnung (12) ein manuell betätigbares Ventil aufweist.
3. Anordnung zur Kühlung nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf der Leiterplatte (3) ein weiteres Gehäuse angeordnet ist, das über einen selbständigen Flüssigkeitszwangsumlauf mit einer konstant zu haltenden Betriebstemperatur T2 verfügt.
4. Anordnung zur Kühlung nach Anspruch 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Gehäuse (4) und die Leiterplatte (3) zur Arretierung durch zwei sich gegenüberliegende, aus Stecker (5.1; 8.1) und Buchse (5.2; 8.2) bestehende Verbindungen gekoppelt sind.
5. Anordnung zur Kühlung nach Anspruch 1 bis 4, **gekennzeichnet dadurch**, daß das Gehäuse (4) ein elektrisch nicht leitfähiges Trägermaterial vorsieht, wobei jeweils die Außen- und Innenwand (4.2; 4.1) mit elektrisch leitfähigem und lötbarem Material beschichtet ist.
6. Anordnung zur Kühlung nach Anspruch 1 bis 5, **gekennzeichnet dadurch**, daß die elektrisch leitfähige Außenwand (4.2) zum Schutz vor äußeren elektromagnetischen Feldern mit der elektrischen Masse auf der Leiterplatte (3) verbunden ist.
7. Anordnung zur Kühlung nach Anspruch 1 bis 6, **gekennzeichnet dadurch**, daß an der Innenwand (4.1) des Gehäuses (4) zur Funktionsüberwachung der elektronischen Bauelemente (6.1; 6.2; 6.3) Sensoren, insbesondere ein Temperatursensor (7.2) und galvanomagnetische Sensoren (7.1; 7.3; 7.4) angeordnet sind, die durch ein auf die Innenwand (4.1) aufgebrachtes Leiterzugbild mit dem jeweiligen Stecker (5.1; 8.1) elektrisch verbunden sind.

Hierzu 2 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf integrierte Baugruppen der Mikroelektronik, die insbesondere in der Automatisierungstechnik, Schiffs- sowie Konsumgüterelektronik Anwendung finden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Die steigende Integration elektronischer Bauelemente und deren Packungsdichte auf integrierten Baugruppen der Mikroelektronik stellt immer höhere Anforderungen an die Kühltechnik, elektromagnetische Abschirmung, an den elektrostatischen und mechanischen Schutz.

Zur Verbesserung der Kühlwirkung bei diskreten Bauelementen der Leistungselektronik sind Kühleinrichtungen bekannt, die nach dem Siedekühlprinzip arbeiten.

Bei der direkten Siedekühlung befindet sich das wärmeabgebende diskrete Bauelement innerhalb eines geschlossenen vakuumdichten Gehäuses und taucht in die Siedekühlflüssigkeit ein. Der durch die Verlustwärme des Bauelementes entstehende Dampf steigt auf und kondensiert an dem vom sekundären Kühlmedium durchflossenen Wärmetauscher (DE-OS 23 19274). Die Kühlmittelzuführung erfolgt zu jedem diskreten Bauelement einzeln.

Weiterhin sind Lösungsprinzipien zur Kühlung für hochintegrierte Baugruppen der Mikroelektronik aus der DE-OS 2638702 und DE-OS 2903685 bekannt, wobei dünnwandige Kunststoffbehälter mit dem Kühlmittel gefüllt sind und sich unter Innendruck an die wärmeabgebenden elektronischen Bauelemente einer Leiterplatte anlegen. Eine andere bekannte Kühleinrichtung für elektronische Bauelemente auf einer Leiterplatte unter Verwendung eines strömenden Kühlmediums wird in der DD-PS 246441 vorgestellt.

Erfindungsgemäß ist eine elastische Dockfolie, die eine Kühlkassette an der den elektronischen Bauelementen und der Leiterplatte zugewandten Seite begrenzt, unter Innendruck an die Bauelemente geklebt. An der Kühlkassette ist eine Ein- und Austrittsöffnung für das Kühlmedium vorgesehen, an der sich jeweils Elemente zur Steuerung und Regelung des Kühlprozesses anschließen. Der Nachteil des Lösungsprinzips nach DE-OS 2638702 und DE-OS 2903685 besteht darin, daß die für einen hohen Wärmeübergang notwendige innige Kontaktfläche zwischen Bauelement und Foliebeutel erst entsteht, wenn die Kühlflüssigkeit unter einem bestimmten Mindestinnendruck steht.

Eine Verwertung der DD-PS 246441 wirkt sich auch durch die indirekte Kühlung der elektronischen Bauelemente nachteilig aus, da infolge der aufgeklebten Folie ein zusätzlicher Wärmeübergangswiderstand zwischen dem elektronischen Bauelement und der strömenden Kühlflüssigkeit entsteht. Weiterhin ist die Zugänglichkeit der Bauelemente durch das Aufkleben der Folie nicht gegeben und bei eventuell auftretendem Austausch eines defekten Bauelementes die Erneuerung der gesamten Folie notwendig. Auch die Anpassung der Folie an die gesamte zur Verfügung stehende Bauelementeoberfläche ist nicht gewährleistet, da z. B. die Bauelementepins bei elektronischen Schaltkreisen einen Kontakt der Folie mit der Bauelementeunterseite behindern. Damit geht ein Teil der Bauelementeoberfläche für den direkten Wärmeaustausch über die Folie verloren.

Eine weitere bekannte Kühlwirkung tritt durch die zwangsweise Be- und Entlüftung ein, die für hochleistungsfähige Baugruppen und -systeme mit hohen Bauelementepackungsdichten, wie sie durch die Anwendung von Mehrebenenleiterplatten erzielt werden, vorgesehen ist.

Nachteilig wirkt sich hierbei

- die begrenzte Kriech- und Luftstrecke durch das Kühlmedium Luft
- die fehlende Abschirmung von der Umgebung bezüglich aggressiver Medien und
- der fehlende elektrostatische sowie mechanische Schutz, insbesondere beim Transport für die Verwertung dieser Lösungen aus.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine zuverlässige und betriebssichere Anordnung, die den Anforderungen nach hoher Packungsdichte elektronischer Baugruppen entspricht, wobei die Gebrauchswerteigenschaften hinsichtlich vorteilhafter Ausgestaltungen entsprechend den Anwendungsgebieten erhöht werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zur Kühlung wärmeabgebender elektronischer Bauelemente auf einer Leiterplatte unter Verwendung einer Kühlflüssigkeit zu entwickeln, die eine höhere Packungsdichte, eine elektromagnetische Abschirmung, einen elektrostatischen und mechanischen Schutz von integrierten Baugruppen realisiert. Die Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß auf eine mit wärmeabgebenden elektronischen Bauelementen bestückte Leiterplatte zur Kühlung unter Verwendung einer strömenden, die elektronischen Bauelemente berührende und wärmeaufnehmende Kühlflüssigkeit ein Gehäuse vakuumdicht aufgebracht ist. Das Gehäuse sieht eine Eintrittsöffnung mit einem Rückschlagventil und eine Austrittsöffnung mit einem manuell betätigbarem Ventil vor, die über ein Schlauch- und/oder Röhrensystem an einem Flüssigkeitszwangsumlauf mit konstant zu haltender Betriebstemperatur T1 angeschlossen sind. In Ausgestaltung der Erfindung ist auf der Leiterplatte ein weiteres Gehäuse vakuumdicht aufgebracht, das einem selbständigen Flüssigkeitszwangsumlauf mit der konstant zu haltenden Betriebstemperatur T2 zugeordnet ist.

Als Kühlflüssigkeit für den Flüssigkeitszwangsumlauf wird vorzugsweise Rizinusöl verwendet. Es umströmt alle innerhalb des Gehäuses befindlichen Leiterzüge und wärmeabgebenden elektronischen Bauelemente. In vorteilhafter Weise wird durch die Isolationsfestigkeit der zu kühlenden Baugruppe erhöht und die elektronischen Bauelemente vor eventueller elektrostatischer Zerstörung geschützt.

Die besseren dielektrischen Eigenschaften der verwendeten Kühlflüssigkeit gegenüber dem Kühlmedium Luft erlauben eine höhere Packungsdichte sowohl der Leiterzüge als auch der elektronischen Bauelemente. Durch die Berührung der gesamten Bauelementeoberfläche mit der Kühlflüssigkeit entsteht ein hoher Wärmeübergang, so daß die Kühlflüssigkeit die Wärme der elektronischen Bauelemente ohne einen zusätzlichen Wärmeübergangswiderstand überwinden zu müssen, aufnehmen kann. Die Verwendung eines stabilen Gehäuses erhöht die Gebrauchswerteigenschaften bezüglich der mechanischen Stabilität, der Abschirmung vor aggressiven Umwelteinflüssen und des vereinfachten Transportes.

In weiterer Ausgestaltung wird durch das Einbeziehen des Gehäuses in das elektrische System der Baugruppe ein Faradayscher Käfig realisiert, der eine elektromagnetische Abstrahlung und Störung von außen verhindert.

Weiterhin sind an der Innenwand des Gehäuses zur Funktionsüberwachung der elektronischen Bauelemente z. B. ein Temperatursensor und galvanomagnetische Sensoren angeordnet.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden. Die beiliegenden Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: Schematische Darstellung einer bestückten Leiterplatte mit aufgesetztem Gehäuse

Fig. 2: Draufsicht einer Baugruppe mit zwei Gehäusen

Fig. 3: Schnitt zur Darstellung der Eintrittsöffnungen ins Gehäuseinnere

Die Fig. 1 zeigt eine schematische Darstellung einer bestückten Leiterplatte 3 mit aufgesetztem Gehäuse 4, mit busseitigen und Anwendersteckverbindungen 1, 14.

Das Gehäuse 4 und die Leiterplatte 3 sind zur Arretierung durch zwei sich gegenüberliegende, aus Stecker 5.1, 8.1 und Buchse 5.2, 8.2 bestehende Verbindungen gekoppelt.

Auf der Leiterplatte 3 ist eine Kupferbahn 9 aufgebracht, die mit dem Gehäuse 4 durch eine Lötverbindung 10 vakuumdicht verschlossen ist. Das Gehäuse 4 sieht ein elektrisch nichtleitfähiges Trägermaterial vor, wobei die Außen- und Innenwand 4.2, 4.1 mit elektrisch leitfähigem und lötbarem Material beschichtet sind. Die Außenwand 4.2 ist zum Schutz vor äußeren

elektromagnetischen Feldern mit der elektrischen Masse auf der Leiterplatte 3 verbunden. An der Innenwand 4.1 des Gehäuses 4 sind vorzugsweise zur Funktionsüberwachung der elektronischen Bauelemente 6.1, 6.2, 6.3 ein Temperatursensor 7.2 und galvanomagnetische Sensoren 7.1, 7.3, 7.4 angeordnet. Sie sind durch ein auf die Innenwand 4.1 aufgebrachtes Leiterzugbild mit dem jeweiligen Stecker 5.1, 8.1 und über die auf der Leiterplatte angeordneten Buchsen elektrisch mit der Leiterplatte verbunden. Das Gehäuse 4 weist an seiner Eintrittsöffnung ein Rückschlagventil 11 und seiner Austrittsöffnung ein manuell betätigbares Ventil 12 auf, wobei diese über ein nichtdargestelltes Schlauch- und/oder Röhrensystem an einen Flüssigkeitszwangsumlauf mit konstant zu haltender Betriebstemperatur T_1 derart angeschlossen sind, daß die natürliche Flüssigkeitskonvektion den erzwungenen Umlauf unterstützt.

Fig. 2 zeigt die schematische Darstellung der Draufsicht einer Baugruppe, bei der auf der Leiterplatte 3 ein zusätzliches Gehäuse 15 angeordnet ist, das über einen selbständigen Flüssigkeitszwangsumlauf mit einer konstant zu haltenden Betriebstemperatur T_2 verfügt. Dieser Anwendungsfall tritt ein, wenn die Differenz der konstant zu haltenden Betriebstemperaturen T_1 , T_2 den technischen Mehraufwand vertretbar macht. Hierbei sind die technischen Mittel für einen zweiten separaten Flüssigkeitszwangsumlauf einzusetzen.

Auf der Leiterplatte 3, außerhalb der Gehäuse, befinden sich die Bauelemente 2, die während der Inbetriebnahme oder des ständigen Betriebes, zwecks eventuellen Abgleichs oder Veränderung der Funktionsparameter der Baugruppe, zugänglich sein müssen.

Fig. 3 zeigt die Anordnung der Flüssigkeitseintrittsoffnungen ins Gehäuseinnere. Zur gleichmäßigen Verteilung des wärmeaufnehmenden Kühlmediums über das gesamte Gehäuseinnere findet eine Trennwand 16 Anwendung, die über in gleichen Abständen verteilte Eintrittsoffnungen 17 verfügt. Damit wird der Ausbildung eventueller Wärmestaus weitgehend vorgebeugt.

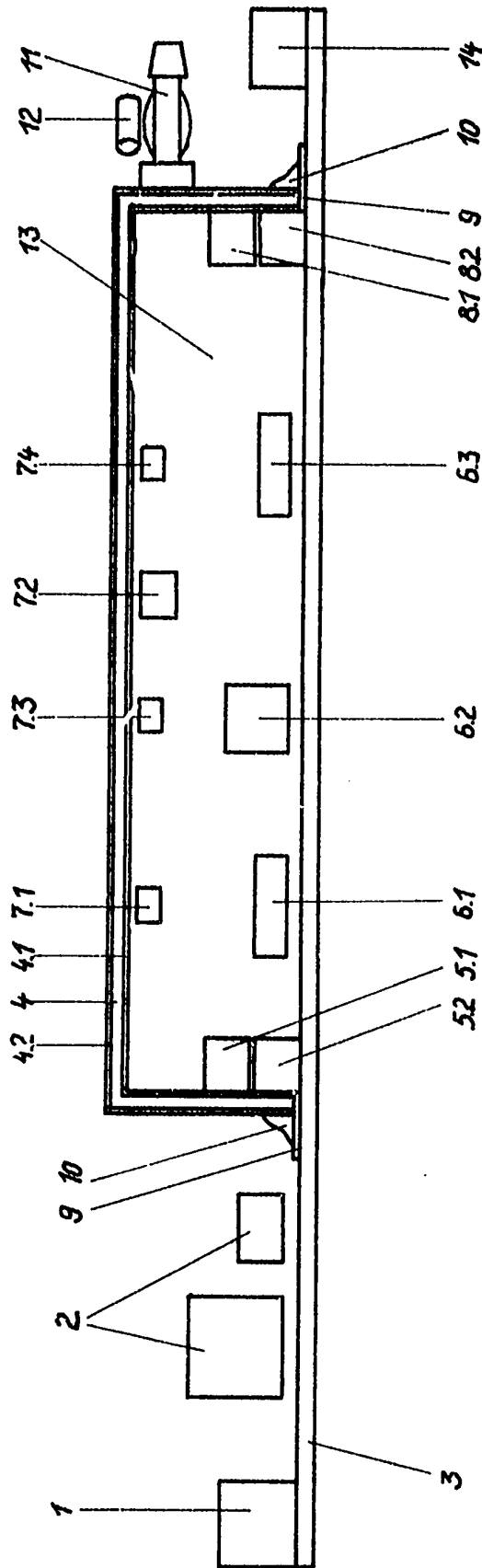


Fig. 1

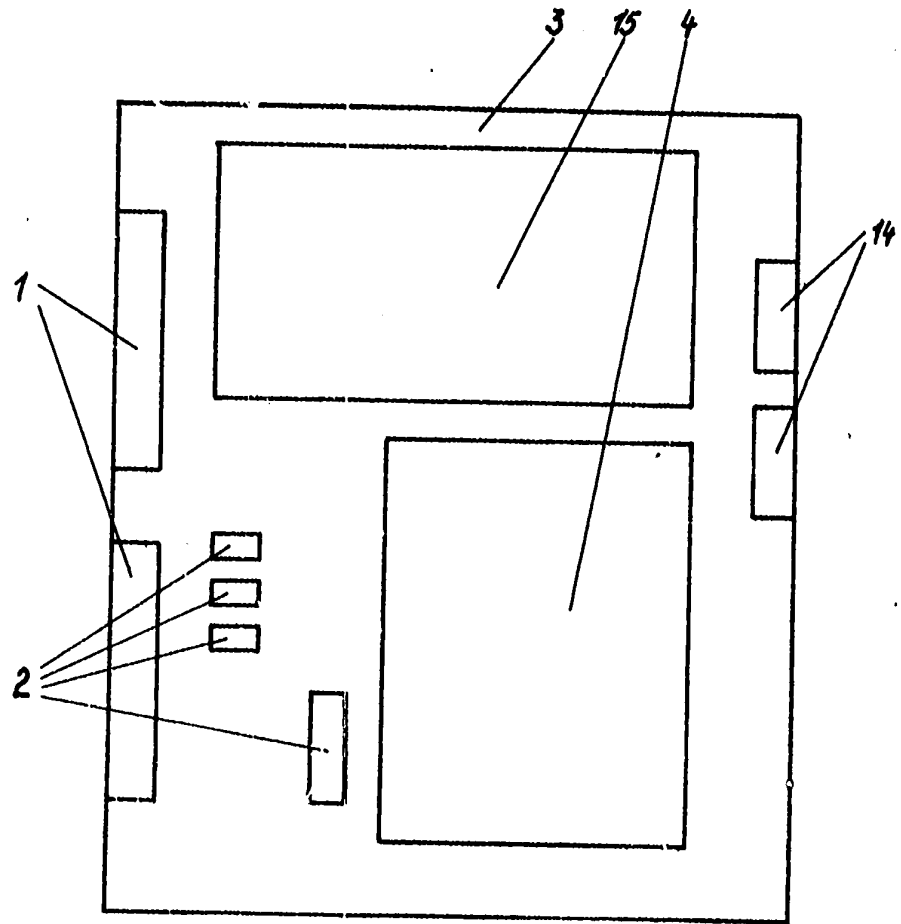


Fig. 2

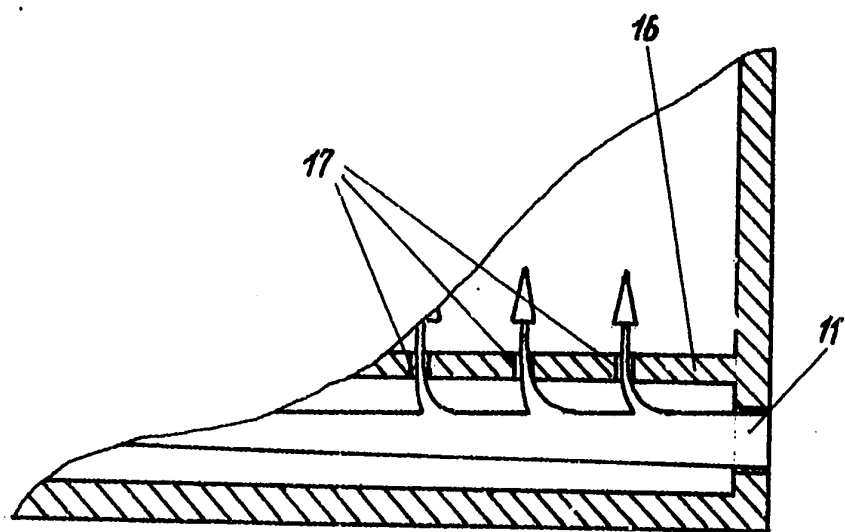


Fig. 3