(19) UA (11) 48 254 (13) C2

(51)МПК 7 H 05K 7/20 A

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 99031630, 23.03.1999

(24) Дата начала действия патента: 15.08.2002

(46) Дата публикации: 15.08.2002

(72) Изобретатель:
Грушка Николай Михайлович, UA

(73) Патентовладелец:
Грушка Николай Михайлович, UA

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОХЛАЖДЕНИЯ СИЛОВОГО ТРАНЗИСТОРА

(57) Реферат:

Настоящее изобретение относится к области электроники и может быть использовано в приборах, в которых установлены силовые транзисторы в пластмассовом корпусе. Предлагаемое устройство для охлаждения силового транзистора содержит теплопроводную изоляционную пластину 5, расположенную возле транзистора 1 на металлизированной электропроводной площадке 6 печатной платы 2. На пластине 5 расположен коллекторный проводник 3, соединенный с выводом 4 коллектора транзистора 1. Коллекторный проводник 3 и площадка 6 связаны с пластиной 5 таким образом, что между ними обеспечивается тепловой контакт. Благодаря экранирующему действию металлизированной электропроводной площадки 6, можно использовать коллекторный проводник большой ширины, в результате чего участок пластины 5, удаленный от транзистора, в большей степени участвует в передаче тепла к площадке 6. Транзистор 1 и теплопроводная изоляционная пластина 5 могут быть расположены с одной стороны или с разных сторон печатной платы 2.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2002, N 8, 15.08.2002. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

UA 48254 C2

UA 48254 C2

(19) UA (11) 48 254 (13) C2

(51) Int. Cl.[7] H 05K 7/20 A

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL PROPERTY

(12) DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION

(21), (22) Application: 99031630, 23.03.1999

(24) Effective date for property rights: 15.08.2002

(46) Publication date: 15.08.2002

(72) Inventor:
Grushka Mykola Mykhallovych, UA

(73) Proprietor:
Grushka Mykola Mykhallovych, UA

(54) DEVICE FOR COOLING A POWER TRANSISTOR

(57) Abstract:

The present Invention relates to the electronics and can be used in equipment containing power transistors in a plastic case. The proposed device for cooling a power transistor contains a heat conducting insulated plate (5) that is installed near the power transistor (1) at a solid metallized pad (6) of a printed-circuit board (20). At the plate (5), a collector conductor (3) is positioned that is connected to the collector lead (4) of the transistor (1). The collector conductor (3) and the metallized pad (6) are pressed against the insulated plate (5) so that heat transfer between these elements is assured. Due to the screening effect of the metallized pad (6), the wide collector conductor can be used, and as the result, the distant part of the insulated plate (5) can better transfer heat to the metallized pad (6). The transistor (1) and insulated plate (5) can be positioned on one side or both sides of the printed-circuit board (2).

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2002, N 8, 15.08.2002. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

UA 48254 C2

UA 48254 C2

(19) UA (11) 48 254 (13) C2

(51)МПК 7 H 05K 7/20 A

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
99031630, 23.03.1999

(24) Дата набуття чинності: 15.08.2002

(46) Публікація відомостей про видачу патенту (деклараційного патенту): 15.08.2002

(72) Винахідник(и):
Грушка Микола Михайлович, UA

(73) Власник(и):
Грушка Микола Михайлович, UA

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ОХОЛОДЖЕННЯ ПОТУЖНОГО ТРАНЗИСТОРА

(57) Реферат:

Винахід відноситься до високочастотної електроніки і може бути використаний в приладах, які мають в своєму складі потужні транзистори в пластмасовому корпусі. Пристрій включає теплопровідну ізоляційну плату 5, розташовану поблизу транзистора 1 на суцільному провіднику 6 друкованої плати 2. На теплопровідній ізоляційній платі 5 розташований колекторний провідник 3, приєднаний до колекторного виводу 4 транзистора 1. Колекторний провідник 3 і суцільний провідник 6 знаходяться в тепловому контакті з теплопровідною ізоляційною платою 5. Завдяки екрануючій дії суцільного провідника 6 колекторний провідник 3 має велику ширину, внаслідок чого дальня, по відношенню до транзистора 1, частина теплопровідної ізоляційної плати 5 приймає суттєву участь в передачі тепла суцільному металічному провіднику 6. Транзистор 1 і теплопровідна ізоляційна плата 5 можуть бути розташовані з одного або з різних боків друкованої плати 2.

UA 48254 C2

UA 48254 C2

Опис винаходу

Винахід відноситься до високочастотної електроніки і може бути використаний в приладах, які виготовляються з використанням технології поверхневого монтажу і мають в своєму складі потужні транзистори в пластмасовому корпусі, наприклад, в широкосмугових транзисторних підсилювачах для систем кабельного телебачення.

Транзистори в пластмасовому корпусі значно дешевші порівняно з транзисторами в металокерамічному корпусі, але від них складніше відвести тепло, яке утворюється всередині транзистора при його роботі.

Відомий спеціальний радіатор ("Электронные компоненты",Москва,1997,№5 - 6,стр.37) для охолодження транзистора в пластмасовому корпусі. Цей радіатор за конструкцією, упаковкою і монтажем на плату, повністю узгоджений з технологією поверхневого монтажу. Радіатор закріплюють на корпусі транзистора і припаюють до контактних площадок друкованої плати. Охолодження транзистора здійснюється теплопровідністю через корпус на радіатор і плату, і далі конвекцією. Ефективність охолодження з допомогою такого радіатора низька в зв'язку з низькою теплопровідністю пластмаси, з якої виготовлений корпус транзистора. Транзистори в пластмасовому корпусі мають таку конструкцію, що відведення тепла від напівпровідникового кристалу здійснюється, в основному, через колекторний вивід, який виконується у вигляді металічної смужки шириною до кількох міліметрів.

Більш ефективно транзистор в пластмасовому корпусі може бути охолоджений з допомогою теплорозсіючого приладу (патент Великобританії №2259408, опублікований 3 жовтня 1993 року, МПК H05K 7/20), який монтується на платі між площадкою, до якої припаяний колекторний вивід транзистора, і земляним провідником електронної схеми. Прилад виконано на ізоляційній теплопровідній пластині з електропровідними площадками. Як матеріал для пластини може використовуватися оксид берилію або нітрид алюмінію. Такий теплорозсіюючий прилад має електричну ємність, яка впливає на роботу електронної схеми, до складу якої входить транзистор, що охолоджується. Ємність приладу невелика і її вплив на роботу схеми на низьких частотах незначний. Однак на високих частотах вплив ємності теплорозсіюючого приладу на роботу електронної схеми може виявитись суттєвим, особливо, коли потужність тепла, яке необхідно відвести від транзистора, складає величину один ват або й більше.

На високих частотах більш ефективним є пристрій для охолодження потужних транзисторів (патент США №5164884, опублікований 17 листопада 1992 року, МПК H05K 7/20), який, як і винахід, що заявляється, включає колекторний провідник, приєднаний до колекторного виводу транзистора, а також теплопровідну ізоляційну плату, розташовану поблизу транзистора. Колекторний провідник виконаний у вигляді смужки, розташованої на друкованій платі. Теплопровідна ізоляційна плата розміщена зверху на цій смужці і знаходиться з нею в тепловому контакті. На ізоляційній теплопровідній платі закріплена охолоджуюча плата, яка знаходиться з теплопровідною ізоляційною платою в тепловому контакті. Тепло, яке виробляється в транзисторі, через його колекторний вивід передається в колекторний провідник, від колекторного провідника - теплопровідній ізоляційній платі, від теплопровідної ізоляційної плати - охолоджуючій платі, далі з допомогою конвекції - повітрю. Колекторний провідник разом з підкладкою і суцільним провідником друкованої плати, який виконує роль землі, утворюють смужкову лінію передачі. Використання теплопровідної ізоляційної плати між колекторним провідником і заземленою охолоджуючою платою призводить до зниження хвилевого опору цієї лінії передачі. В згаданому вище патенті США №5164884 пропонується компенсувати вплив теплопровідної ізоляційної плати на величину хвилевого опору лінії передачі звуженням колекторного провідника. Коли охолоджуюча плата заземлена, а товщина і діелектрична стала Er теплопровідної ізоляційної плати приблизно така ж, як товщина і діелектрична стала підкладки друкованої плати, лінія передачі має форму симетричної смужкової лінії передачі. Для того, щоб хвилевий опір такої лінії передачі мав таку ж величину, як і хвилевий опір лінії передачі у випадку, коли теплопровідна ізоляційна плата й охолоджуюча плата відсутні, потрібно приблизно вдвічі зменшити ширину колекторного провідника. Таке суттєве звуження колекторною провідника призводить до збільшення його теплового опору. В результаті, дальня, по відношенню до транзистора, частина теплопровідної ізоляційної плати практично не приймає і участі в передачі тепла охолоджуючій платі. З цієї причини можливість підвищення ефективності охолодження транзистора за рахунок збільшення довжини колекторної о провідника і теплопровідної ізоляційної плати дуже обмежена. Зменшення ж теплового опору колекторного провідника шляхом збільшення його товщини небажане, в зв'язку з тим, що на товстому і вузькому колекторному провіднику технологічно складно закріпити теплопровідну ізоляційну плату, забезпечивши при цьому хороший тепловий контакт.

В основу винаходу поставлено задачу, в пристрої для охолодження потужного транзистора шляхом нового взаємного розташування елементів пристрою забезпечити підвищення ефективності охолодження транзистора.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрої для охолодження потужного транзистора, який включає транзистор, змонтований на друкованій платі, колекторний провідник, приєднаний до колекторного виводу транзистора, теплопровідну ізоляційну плату, яка має перший і другий бік і розташована поблизу транзистора, згідно з винаходом між підкладкою друкованої плати і теплопровідною ізоляційною платою розташований суцільний провідник друкованої плати, який виконує роль землі і має тепловий контакт з першим боком теплопровідної ізоляційної плати, на другому боці якої розташований колекторний провідник, який має з цим боком тепловий контакт.

Крім тою, в окремих випадках, колекторний провідник виконаний таким, що його товщина співмірна з його шириною, а суцільний металічний провідник друкованої плати, котрий виконує роль землі, в області,

UA 48254 C2

розташованій під теплопровідною ізоляційною платою і в прилеглій до неї області, виконаний двошаровим.

Суцільний провідник друкованої плати, який розміщений між підкладкою друкованої плати і теплопровідною ізоляційною платою, виконує роль електромагнітного екрана між лінією передачі і підкладкою друкованої плані. Лінію передачі утворюють колекторний провідник, теплопровідна ізоляційна плата і суцільний провідник друкованої плати. Матеріал підкладки друкованої плати не впливає на характеристики цієї лінії передачі, зокрема на величину її хвилевою опору. Коли товщина і діелектрична стала Er теплопровідної ізоляційної плати приблизно така ж, як товщина і діелектрична стала підкладки друкованої плати, для збереження величини хвилевого опору лінії передачі ширина колекторного провідника повинна бути такою ж, якою була б ширина колекторного провідника в тому випадку, коли теплопровідна ізоляційна плата була б відсутня, а лінію передачі утворювали б колекторний провідник, підкладка друкованої плати і суцільний провідник на зворотній стороні друкованої плати. Таким чином, згідно з винаходом, наявність теплопровідної ізоляційної плати не призводить до зниження хвилевого опору лінії передачі, а отже, і до необхідності звуження колекторного провідника. В результаті тепловий опір колекторного провідника не зменшується, внаслідок чого дальня, по відношенню до транзистора частина теплопровідної ізоляційної плати приймає суттєву участь в передачі тепла суцільному провіднику, який виконує роль землі. Таким чином, ефективність охолодження транзистора підвищується.

Крім того, оскільки, згідно з винаходом, зверху на колекторному провіднику не закріплюються ніякі елементи, його товщина може бути збільшеною аж до того, щоб вона мала таку ж, чи навіть більшу, величину, як і ширина цього провідника. Це призведе до суті свою зменшення теплового опору колекторного провідника, внаслідок чого, дальня, по відношенню до транзистора, частина теплопровідної ізоляційної плати буде приймати участь в передачі тепла навіть в тому випадку, коли теплопровідна ізоляційна плата і колекторний провідник мають велику довжину. Таким чином ще більше підвищується ефективність охолодження транзистора.

Збільшення товщини суцільного провідника друкованої плати в області, розташованій під теплопровідною ізоляційною платою і в прилеглій до неї області також підвищує ефективність охолодження транзистора внаслідок зменшення теплового опору між теплопровідною ізоляційною платою і корпусом приладу або теплового опору між теплопровідною ізоляційною платою і дальніми, по відношенню до транзистора, областями суцільного провідника друкованої плані. На практиці збільшення товщини суцільного провідника зручно досягти, виконавши його двошаровим: до суцільного шару провідника, нанесеного на друковану плату, припаяти металічну, наприклад, мідну пластину.

На фіг.1 зображений вигляд збоку, а на фіг.2 - вигляд зверху пристрою для охолодження потужного транзистора згідно з винаходом.

На фіг.3 зображений вигляд збоку, а на фіг.4 - вигляд зверху пристрою для охолодження потужного транзистора у випадку, коли товщина колекторною провідника співмірна з його шириною і суцільний металічний провідник викопаний двошаровим.

На фіг.5 зображений вигляд збоку пристрою для охолодження потужного транзистора згідно з винаходом у випадку, коли транзистор і теплопровідна ізоляційна плата розташовані по різні боки друкованої плати.

Пристрій для охолодження потужного транзистора (фіг.1 і фіг.2) включає транзистор 1, змонтований на друкованій платі 2, колекторний провідник 3, з'єднаний з колекторним виводом 4 транзистора 1. Колекторний провідник 3, виконаний у вигляді тонкої металічної смужки, нанесеної на теплопровідну ізоляційну плаї у 5 з допомогою тонкоплівкової технології. Кінці колекторного провідника виконані у вигляді шматочків металічної форми, приварених до тонкої металічної смужки і до контактних площадок друкованої плати. Теплопровідна ізоляційна плата 5 розташована на суцільному провіднику 6 друкованої плані 2, який виконує роль землі, і має з цим провідником хороший тепловий контакт. Кріплення теплопровідної ізоляційної плати 5 і забезпечення теплового контакту може бути виконано, наприклад, з допомогою теплопровідного клею. Як матеріал теплопровідної ізоляційної плати 5 може використовуватись будь-який матеріал, який має високу теплопровідність і підходящі високочастотні властивості. Це можуть бути, наприклад, оксид берилію, нітрид алюмінію, полікор. Суцільний провідник 6 верхнього боку друкованої плати 2, з'єднаний з суцільним провідником нижнього боку друкованої плати з допомогою ряду металізованих отворів 7 в друкованій платі 2.

У випадку виконання пристрою для охолодження потужного транзистора, зображеному на фіг.3 і фіг.4, колекторний провідник 3 виконаний у вигляді товстого металічного провідника, припаяного до тонкої металічної смужки, нанесеної на теплопровідну ізоляційну плату 5 з допомогою тонкоплівкової технології. Кінці колекторного провідника 3 загнуті і припаяні до контактних площадок друкованої плати 2. Суцільний провідник 6 друкованої плані 2 в області, розташованій під теплопровідною ізоляційною платою 5 і в прилеглій до неї області виконаний двошаровим: до суцільного шару провідника, нанесеного на друковану плату 2, припаяно металічну пластину. Суцільний провідник 6 друкованої плати 2 має тепловий контакт з корпусом 8 приладу за допомогою гвинта 9.

На фіг.5 зображений випадок виконання пристрою для охолодження потужного транзистора, коли транзистор 1 і теплопровідна ізоляційна плата 5 розташовані по різні боки друкованої плати 2. При цьому колекторний провідник 3 виконаний у вигляді товстого металічного провідника, припаяного до тонкої металічної смужки, нанесеної на теплопровідну ізоляційну плату 5 з допомогою тонкоплівкової технології. Діє пристрій для охолодження потужного транзистора наступним чином. Тепло, яке утворюється всередині транзистора 1, через його колекторний вивід 4 передається колекторному провіднику 3. Від колекторного провідника 3 через теплопровідну ізоляційну плату 5 тепло передається суцільному провіднику 6 друкованої плати 2, який виконує роль землі. Від суцільного провідника 6 тепло передається безпосередньо повітрю. Крім того, частина тепла може передаватися від суцільного провідника 6 друкованої плати 2 корпусу 8 прилада, а від нього - повітрю. Лінію передачі електромагнітного сигналу від колекторного виводу 4 транзистора 1 утворюють колекторний

UA 48254 C2

провідник 3, теплопровідна ізоляційна плата 5 і суцільний провідник 6 друкованої плати 2. Завдяки екрануючій дії суцільного провідника 6, діелектричний матеріал друкованої плати 2 не впливає на характеристики цієї лінії передачі, зокрема не знижує величини її хвилевого опору. Тому колекторний провідник 3 має достатню ширину для того, щоб дальня, по відношенню до транзистора, частина теплопровідної ізоляційної плати 5 приймала суттєву участь в передачі тепла суцільному провіднику 6 друкованої плати 2. Завдяки цьому підвищується ефективність охолодження транзистора. Крім того, виконання колекторного провідника 3 таким, що його товщина співмірна з його шириною додатково підвищує ефективність охолодження транзистора 1 завдяки зниженню теплового опору колекторного провідника 3. Слід зауважити, що збільшення товщини колекторного провідника 3 дуже мало впливає на хвилевий опір лінії передачі. Так, наприклад, збільшення товщини колекторного провідника 3 у десять разів призводить до зниження хвилевого опору лінії передачі від, приблизно, одного до десяти відсотків залежно від ширини провідника. При необхідності це зниження хвилевого опору може бути компенсоване шляхом зменшення ширини провідника на величину, яка складає від десяти до тридцяти відсотків.

У випадку виконання пристрою, коли транзистор 1 і теплопровідна ізоляційна плата 5 розташовані з різних боків друкованої плати 2, як це зображено на фіг.5, ефективність охолодження транзистора трохи нижча, порівняно з випадком, коли транзистор і теплопровідна ізоляційна плата розташовані з однієї сторони друкованої плати. Це пояснюється тим, що в першому випадку відстань між транзистором 1 і ізоляційною теплопровідною платою більша, ніж у другому. Тому використання пристрою для охолодження транзистора у формі, зображеній на фіг.5 доцільно лише в тих випадках, коли щільність розташування елементів поверхневого монтажу дуже висока і для ізоляційної теплопровідної плати немає місця з того боку друкованої плати, на якому розташований транзистор, що охолоджується.

Формула винаходу

1. Пристрій для охолодження потужного транзистора, який включає транзистор, змонтований на друкованій платі, колекторний провідник, приєднаний до колекторного виводу транзистора, теплопровідну ізоляційну плату, яка має перший і другий бік і розташована поблизу транзистора, який **відрізняється** тим, що між підкладкою друкованої плати і теплопровідною ізоляційною платою розташований суцільний провідник друкованої плати, який виконує роль землі і знаходиться в тепловому контакті з першим боком теплопровідної ізоляційної плати, на другому боці якої розташований колекторний провідник, який знаходиться з цим боком у тепловому контакті.

2. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що транзистор і теплопровідна ізоляційна плата розташовані з одного боку друкованої плати.

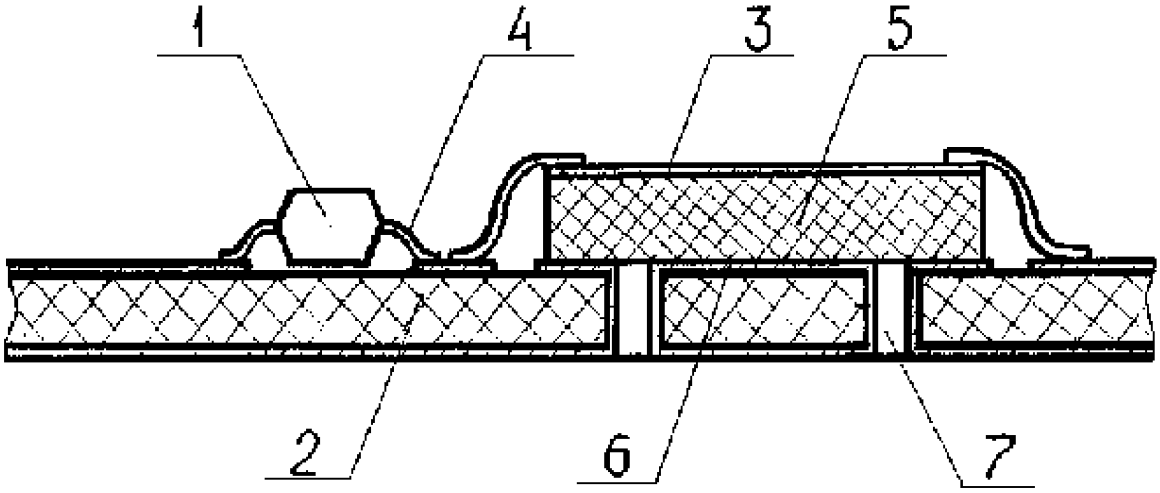
3. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що транзистор і теплопровідна ізоляційна плата розташовані з різних боків друкованої плати.

4. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що колекторний провідник виконаний таким, що його товщина співмірна з його шириною.

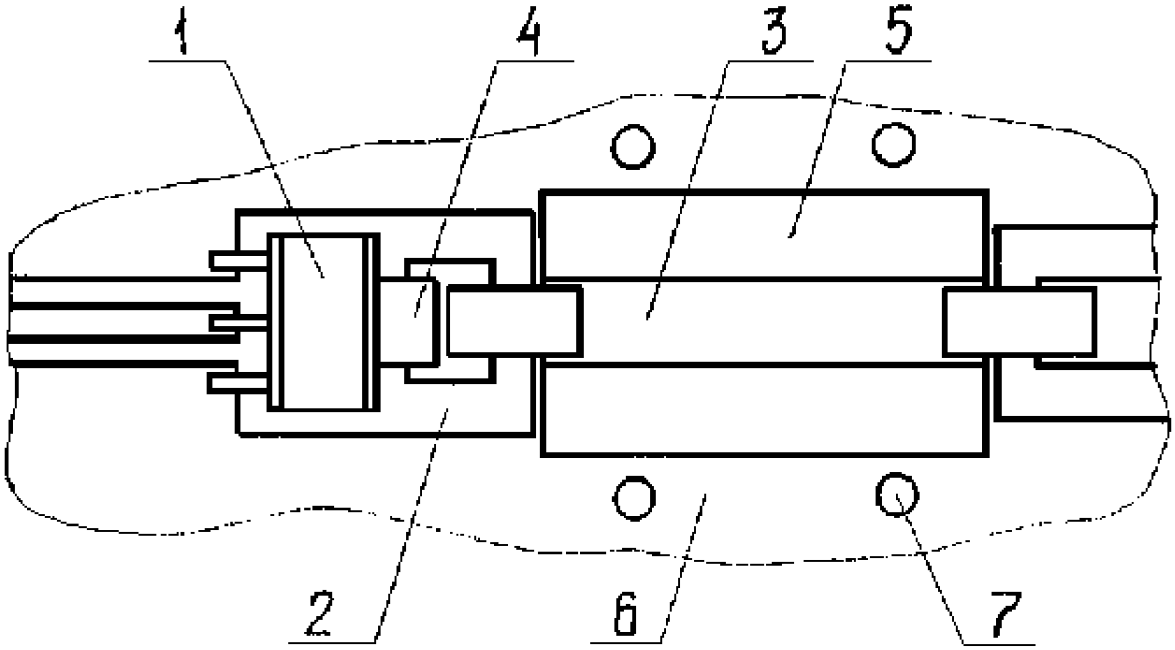
5. Пристрій за п. 1, який відрізняється тим, що суцільний металічний провідник друкованої плати, який виконує роль землі, в області, розташованій під теплопровідною ізоляційною платою і в прилеглій до неї області, виконаний двошаровим.

UA 48254 C2

UA 48254 C2



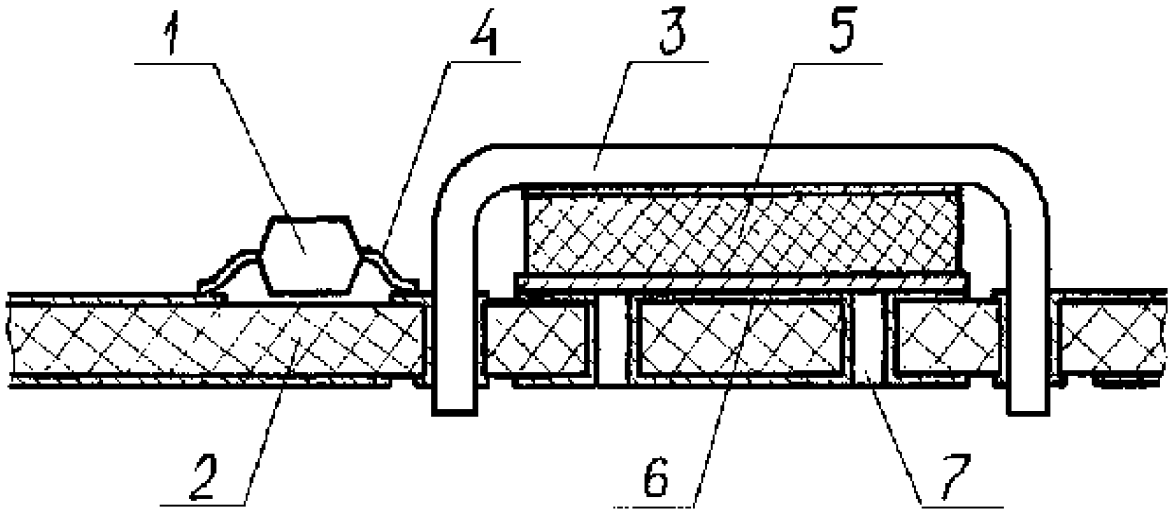
Фіг. 1



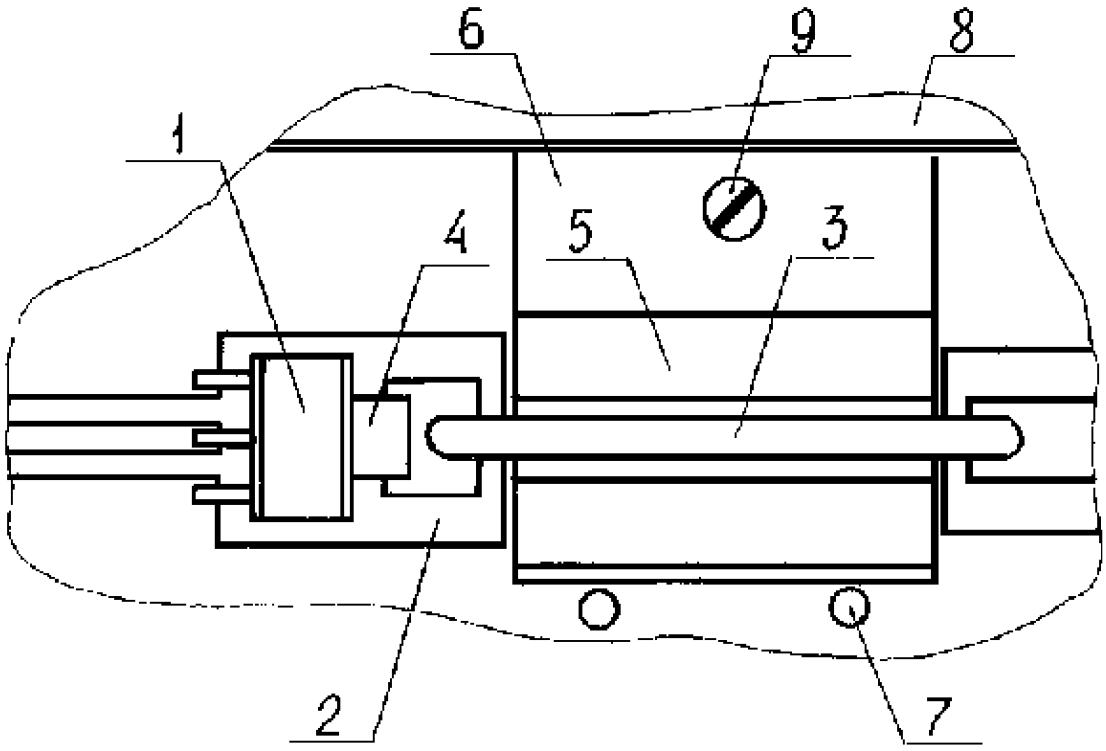
Фіг. 2

UA 48254 C2

UA 48254 C2



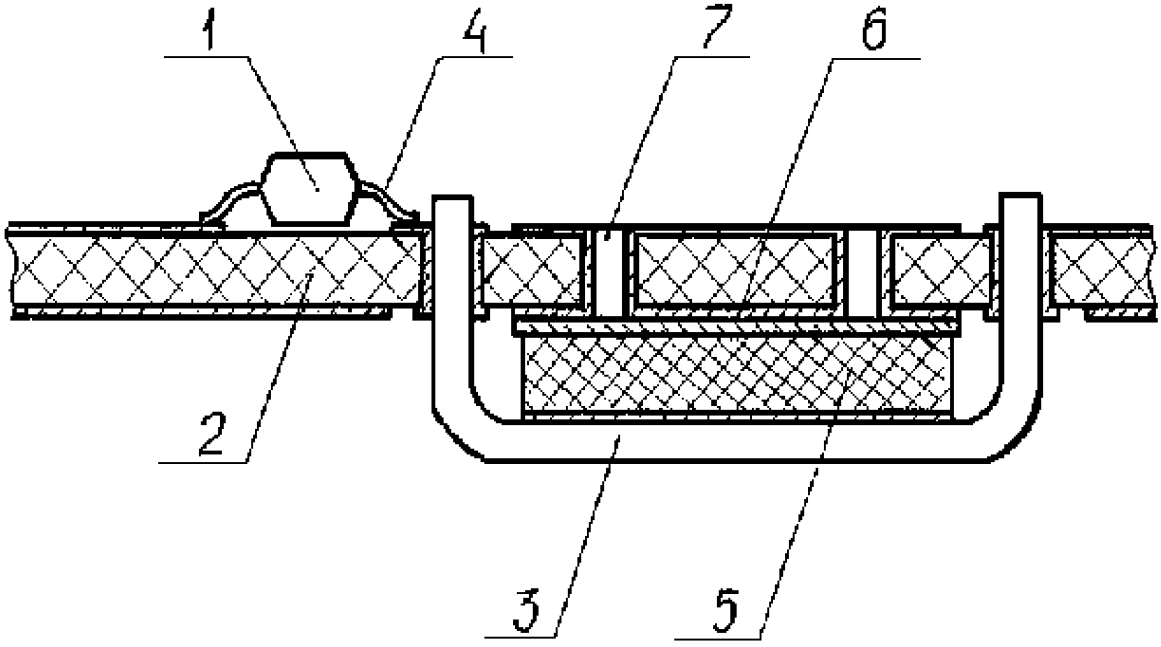
Фіг. 3



Фіг. 4

UA 48254 C2

UA 48254 C2



Фіг. 5

Офіційний бюлетень "Промислоава власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2002, N 8, 15.08.2002. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

U A 4 8 2 5 4 C 2

U A 4 8 2 5 4 C 2