



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Patentschrift
10 DE 41 05 591 C 1

51 Int. Cl.5:
G01 J 5/10
H 01 L 31/10

21 Aktenzeichen: P 41 05 591.8-52
22 Anmeldetag: 22. 2. 91
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 4. 92

DE 41 05 591 C 1

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

73 Patentinhaber:

Messerschmitt-Bölkow-Blohm GmbH, 8012
Ottobrunn, DE

72 Erfinder:

Platz, Willy, Dipl.-Phys. Dr., 8000 München, DE;
Ploss, Bernd, Dipl.-Phys. Dr., 7550 Rastatt, DE;
Bauer, Siegfried, Dipl.-Phys. Dr., 7507 Pfinztal, DE

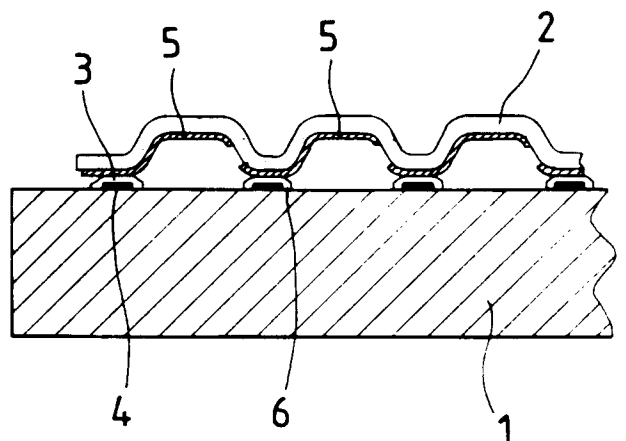
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 36 33 286 A1
DE 36 33 199 A1
DE 34 25 377 A1
US 49 06 849

Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte
Bd. 15 Nr. 3 S. 105 (1986);

54 Infrarotsensor

57 Infrarotsensor in Form eines dünnen pyroelektrischen Detektors, insbesondere einer Folie auf Polymer-Basis, zur Erfassung von flächenhaft auf einer Oberfläche auftreffende Wärmestrahlung, wobei die Folie nach einem gewählten Muster metallisiert und mit einem Substrat, das auf einer Seite Ausleseelektroden aufweist, so verbunden ist, daß nur die metallisierten Bereiche (Gate-Bereiche) des Substrats mit Teilen der metallisierten Bereiche der Folie direkt oder indirekt (über Zwischenschichten) in Kontakt stehen.



DE 41 05 591 C 1

Die Erfindung betrifft einen Infrarotsensor aus dünnem pyroelektrischem Material, insbesondere aus einer Folie auf Polymer-Basis zur Erfassung von flächenhaft auf eine Oberfläche auftreffende Wärmestrahlung.

Aus der DE 36 33 286 A1 ist ein Matrixsensor zur Detektion von Infrarotstrahlen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bekannt. Die Elektroden sind bei diesem Matrixsensor von Streifen auf gegenüberliegenden Oberflächen gebildet.

Aus der DE 34 25 377 A1 ist eine ähnliche Vorrichtung bekannt, bei der metallisierte Bereiche mit einem Gate verbunden sind.

Ein weiterer Stand der Technik, der sich mit Strahlungsdetektoren in Form von Dünnschichten auf Polymer-Basis befaßt, ist den Druckschriften DE 36 33 199 A1 und US 49 06 849 A zu entnehmen.

Bei bekannten Sensoren besteht vor allem das Problem, daß die empfangene Infrarotstrahlung in einer, wenn auch relativ dünnen Schicht, absorbiert und in Wärme umgewandelt wird. Vorhandene abbildende Sensoren sind z. B. über eine Löt-Pump-Technik mit dem die Ausleseschaltung enthaltenden Substrat verbunden. Nachteilig ist dabei insbesondere, daß die starke thermische Kopplung mit dem Substrat die Sensorempfindlichkeit beeinträchtigt. Dies gilt insbesondere dann, wenn das Substrat selbst — wie im Falle eines Siliziumsubstrats — ein Material relativ hoher Wärmeleitfähigkeit ist.

Aufgabe vorliegender Erfindung ist es, Substratmaterial und Sensormaterial thermisch möglichst weitgehend zu entkoppeln, auf chemisches Ätzen, wenn nicht nötig, zu verzichten und nicht zuletzt einen Infrarotsensor zu schaffen, der eine integrierte Auslese- bzw. Auswerteschaltung zum Erfassen und Auswerten von flächenhaft auf einer Oberfläche auftretender Wärmestrahlung aufweist, insbesondere in Form eines Sensorarrays.

Die Lösung der Aufgabe ist in Anspruch 1 enthalten und es ist festzuhalten, daß sich aus dieser Lösung hervorragende Vorteile gegenüber dem Stand der Technik ergeben. Aus- und Weiterbildungen der Erfindung sind in weiteren Ansprüchen enthalten sowie in der Beschreibung und Zeichnung von Ausführungsbeispielen.

Es zeigen:

Fig. 1a ein Halbleitersubstrat mit damit verbundener pyroelektrischer Sensorfolie im Querschnitt,

Fig. 1b eine Draufsicht auf die Anordnung nach **Fig. 1a**,

Fig. 2a ein Halbleitersubstrat mit Gate-Metallisierung,

Fig. 2b ein dünnes pyroelektrisches Material mit vertiefter Strukturierung,

Fig. 3a ein Halbleitersubstrat mit metallisierten Bereichen (Kontakten),

Fig. 3b ein Pyroelektrikum mit erhabener Metallisierung und/oder -strukturierung in zu den Kontaktbereichen der Metallisierung des Substrats korrespondierendem, also genau passendem, Muster,

Fig. 4a eine Metallisierung und/oder Strukturierung (erhaben) auf einem Substrat und

Fig. 4b eine schichtweise in Maskentechnik aufgebraute Metallisierung im gleichen Muster wie auf dem Substrat.

Bei der Erfindung ist im Gegensatz zum eingangs erwähnten Stand der Technik mit Sensoren auf Siliziumsubstrat oder anderen Halbleiterdetektoren mit

zwei solcher Siliziumscheiben übereinander ein Verzicht auf chemisches Ätzen möglich, wenn pyroelektrische Detektormaterialien, insbesondere auf Polymerbasis, verwendet werden, wie **Fig. 1a** und **Fig. 1b** zeigen, nämlich eine an sich bekannte Polyvinylidenfluoridfolie (PVDF). PVDF-Folien sind bekannt aus "Siemens Forschungs- und Entwicklungsberichte", Bd. 15, Nr. 3, Seite 105 (1986). Die Folie ist in einer Halterung über Stecker mit einer Auswerteschaltung auf einer gesonderten Platine verbunden. Auch dies bringt die oben erwähnten Nachteile einer thermischen Kopplung bei diesem Stand der Technik.

Erfindungsgemäß wird dagegen die Folie nach einem gewählten Muster metallisiert und mit einem Substrat, das auf einer Seite Ausleseelektroden aufweist, so verbunden, daß nur die metallisierten Bereiche (Gate-Bereiche) des Substrats mit Teilen der metallisierten Bereiche der Folie direkt oder indirekt (über Zwischenschichten) in Kontakt stehen. Dabei schaffen die Strukturierungen bzw. die Formgebung des Sensormaterials bzw. die Metallisierungen einen bestimmten Abstand zwischen Sensormaterial und Substrat. Ein solcher kann gewählt werden durch die Schichtdicke beim Herstellungsverfahren der Strukturierung und/oder durch geeignete Formgebung des Sensormaterials. Hierfür sind bekannte Dünn- und Dickschichttechniken, wie Aufdampfen (Sputtern) usw. mit Vorteil anwendbar. Teile der metallisierten Bereiche sind als Kontakte vorgesehen, die es zu verbinden gilt. Diese Kontaktstellen sind jedoch in ihrer räumlichen Ausdehnung im Verhältnis zur Detektorfläche so gering, daß man von einer thermischen Entkopplung bei der Erfindung sprechen kann. Metallisierungs- und Strukturierungsverfahren können mit Vorteil ebenfalls bekannter und bewährter Art sein, insbesondere solche der Photolithographie (LIGA-Verfahren), Photoätztechniken und anderer Verfahren der Maskentechnik und Musterherstellung bzw. -strukturierung. Als Verbindungstechniken sind Kleben, Bonden usw. geeignet.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung ist die integrierte Auslesung der Meßsignale des Sensors auf einem Chip, insbesondere die integrierte Signalauswertung auf einem einzigen Chip, sogenannte intelligente Sensoren, siehe "Elektronik"-Heft 9 vom 29.04.1988, Seiten 112 bis 117. Selbstverständlich kann die Erfindung auch für Infrarotsensoren mit integriertem A/D-Wandler und digitalem Signalausgang zum direkten Anschluß an Mikroprozessoren oder Mikrocontroller (MP oder MC) angewandt werden.

Die das Ausführungsbeispiel der Erfindung nach **Fig. 1a** zeigt, wird ein Halbleitersubstrat, hier ein Siliziumsubstrat 1, mit einer Sensorfolie aus pyroelektrischem Material 2 verbunden. Hier durch Klebung an Stellen 3 zur Verbindung mit Elektroden, insbesondere Gate-Elektroden, die durch Metallisierung nach den o.g. Techniken auf dem Substrat aufgebracht sind. Die Elektroden haben das Bezugszeichen 4 und sind ihrerseits mit Elektroden oder Metallisierungen 5 der Sensorfolie 2 verbunden.

Wie **Fig. 1b** zeigt, sind die Metallisierungsbereiche 5 auf den Sensorfolien größer als die Kontaktbereiche auf den metallisierten Elektroden 4 des Substrats 1 und, wie **Fig. 1b** weiter zeigt, quer zu diesen angeordnet in einem Rastermaß, also matrixförmig oder insgesamt ein Sensorarray bildend, wobei die Gate-Elektroden 4 korrespondieren mit den hierzu genau passenden Metallisierungsbereichen 5 der Sensorfolie 2. Die Sensorfolie ist sehr dünn, z. B. 10 µm dick und das verwendete Substrat

1 enthält die Ausleseschaltung integriert (in Fig. 1a rechts) im folgenden der Deutlichkeit halber nicht dargestellt. Die Gate-Bereiche 4 der Impedanzwandlertransistoren liegen als Metallisierungen frei und die übrigen Bereiche dazwischen sind passiviert bzw. durch eine weitere Metallage auf dem Substrat 1 abgeschirmt. Infrarotstrahlung aus dem Substrat kann somit nicht zum Sensor gelangen. Die Sensorfolie 2 ist, wie Fig. 1a zeigt, in gewellter Form vorliegend. In diese Form wird sie mittels einer Hilfsvorrichtung (Presse oder dgl.) vor dem Verbinden gebracht. Beim Verbinden werden die Metallisierungen so gelegt, daß nach Einjustieren der Kontakte jeder Gate-Kontakt 4 auf dem Substrat genau passend mit einem gegenüberliegenden Metallisierungskontaktbereich 5 der Folie 2 verbunden wird. Das Verbinden kann durch Leitkleber oder andere Verfahren mittels Druck und/oder Wärme erfolgen.

Eine Möglichkeit der Verbindung besteht nun mit einem pyroelektrischen Material durch kapazitive Kopplungen im Bereich der Gate-Elektroden und Verwendung einer dünnen isolierenden Gate-Beschichtung 6. Nach Herstellung der Verbindung wird das auf der Oberseite in Fig. 1a auf die Sensorfolie 2 drückende Preßwerkzeug entfernt und es entsteht der Querschnitt nach Fig. 1a mit gewelltem Sensor. Die Metallisierung auf der dem Substrat abgewandten Seite sowie die zur Absorption der infraroten Strahlung erforderliche Schwärzung kann vor oder nach dem Aufbringen auf das Substrat erfolgen. Gleiches gilt für die elektrische Polarisierung der Folie, d. h. die Aufbringung der elektrischen Anschlüsse. Selbstverständlich kann auch noch eine Kapselung oder sonstige Abschirmung gegen Störeinflüsse von außen die Anordnung wenigstens teilweise umgeben oder kapseln. Die Anschlüsse müssen dann dicht durch eine solche Kapselung nach außen geführt werden, wenn Steuer- oder Regelfunktionen der elektronischen Signalauswertung folgen sollen, z. B. in einem MP oder MC.

In Fig. 2a ist ein Substrat 1 mit darauf aufgebrachtener — erhabener — Metallisierung 4 in Form von Gate-Elektroden dargestellt und Fig. 2b zeigt ein dünnes pyroelektrisches Material 2 mit korrespondierenden Metallisierungen 5, ähnlich wie in Fig. 1b, jedoch mit dem Unterschied, daß die metallisierten Kontakte 4 und 5 direkt und ohne Klebung miteinander verbunden werden, z. B. mittels Druck und/oder Wärme durch Bonden. Das pyroelektrische Material 2 mit der zu den Metallisierungen des Substrats 1 passenden Metallisierungen 5 ist jedoch von etwas größerer Dicke als im Beispiel der Fig. 1 und die metallisierten Bereiche 5 weisen zwischen sich Strukturierungen in Form von Vertiefungen 7 auf, die auf mechanischem oder auf chemischem Wege hergestellt werden. Dabei ist anwendbar z. B. das Strukturieren feiner Gruben oder ein Ätzverfahren wie bei Halbleitern oder anderem Kristall angewandt.

In Fig. 3a werden Substrate gleich oder ähnlich wie in Fig. 2a verwendet mit erhabenen metallisierten Bereichen und darüber gemäß Fig. 3b ein Pyroelektrikum mit erhabener Metallisierung 5 nach vorgegebenem Muster oder vorgegebener Strukturierung 3, wie bei dem pyroelektrischen Material 2 nach Fig. 2b, jedoch ohne die dort vorhandenen mikromechanisch oder chemisch hergestellten Gruben zwischen den Metallisierungsbereichen.

In Fig. 4a ist ein Substrat 1 mit darauf aufgebrachtener Metallisierung und zusätzlicher Strukturierung darüber in Mehrschichttechnik übereinander mit Zwischen- und/oder Deckschichten 8, 9 zur Verbindung mit der

Metallisierung als Dünn- oder Dickschicht 5 in gewissen Bereichen nach vorgewähltem Muster oder Strukturierung auf dem Pyroelektrikum 2 verbunden, bevorzugt nach einer der Methoden nach Fig. 2 oder Fig. 3.

Abwandlungen und Kombinationen der dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispiele sind im Rahmen der Ansprüche ohne weiteres vom Fachmann durchführbar, ohne hierdurch die Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Infrarotsensor in Form eines dünnen pyroelektrischen Detektors, insbesondere einer Folie auf Polymer-Basis, zur Erfassung von flächenhaft auf einer Oberfläche auftretender Wärmestrahlung, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Folie nach einem gewählten Muster metallisiert und mit einem Substrat, das auf einer Seite Ausselektroden aufweist, so verbunden ist, daß nur die metallisierten Bereiche (Gate-Bereiche) des Substrats mit Teilen der metallisierten Bereiche der Folie direkt oder indirekt (über Zwischenschichten) in Kontakt stehen.
2. Infrarotsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Folie eine Polyvinylidenfluoridfolie oder eine andere ferroelektrische Polymerfolie ist.
3. Infrarotsensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Substrat ein Halbleiterelement ist.
4. Infrarotsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallisierungen auf Folie und/oder Substrat in Dünn- oder in Dickschichttechnik als Muster mit Hilfe von Masken, insbesondere nach einem photolithographischen Verfahren, aufgebracht sind.
5. Infrarotsensor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallisierung strukturiert ist.
6. Infrarotsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Dicke der Metallisierungen und/oder Strukturierungen auf Folie und Substrat ihren gegenseitigen Abstand bestimmt.
7. Infrarotsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Teile der metallisierten und/oder strukturierten Bereiche miteinander an elektrisch leitenden Kontakten verbunden sind.
8. Infrarotsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktverbindung auf ohmschem oder kapazitivem Wege hergestellt ist, z. B. durch Leitkleber, Dünnschichtdielektrikum, anodisches Bonden usw.
9. Infrarotsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Teile des metallisierten pyroelektrischen Materials, die nicht dem Kontakt mit dem Substrat dienen, und/oder die Teile des Substrats außerhalb der Kontaktbereiche als strukturiert vertiefte Bereiche ausgebildet werden.
10. Infrarotsensor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem gleichen Substrat nicht nur die Ausselektroden, sondern auch die Auswerteschaltung aufgebracht ist, insbesondere in Form eines integrierten Chips.

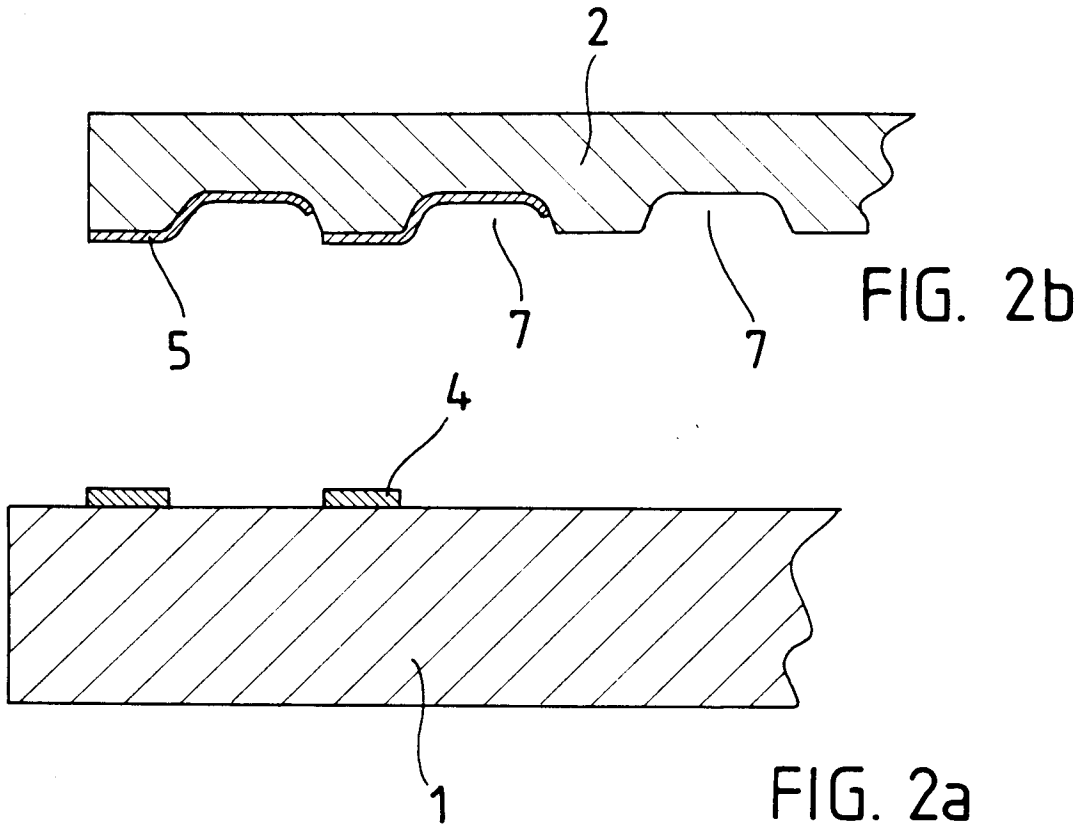


FIG. 3b

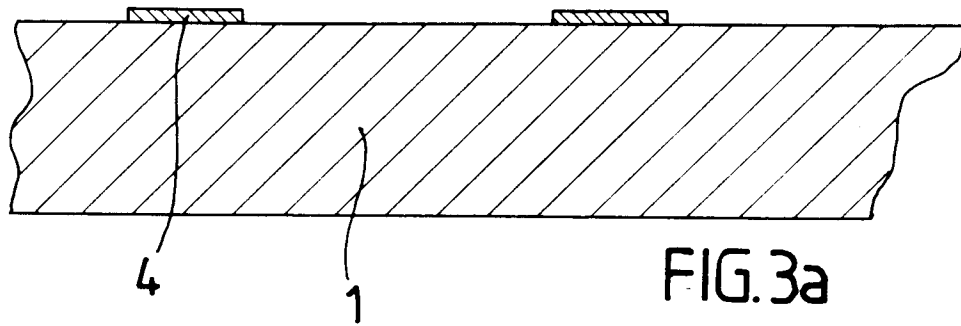
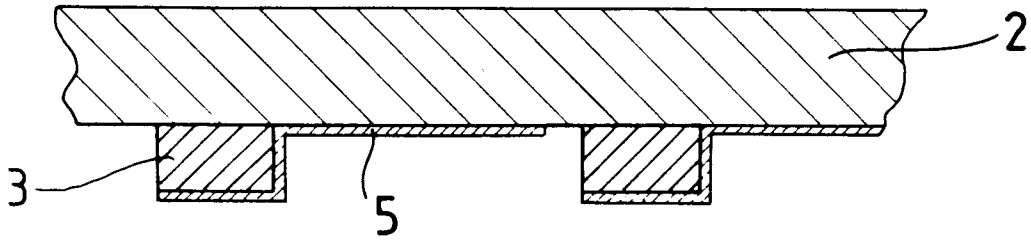


FIG. 3a

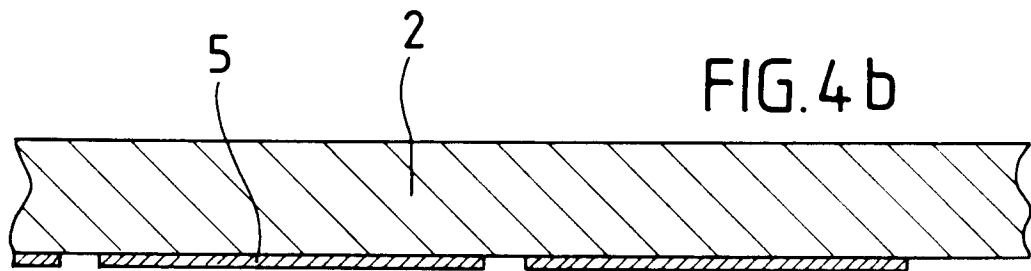


FIG. 4b

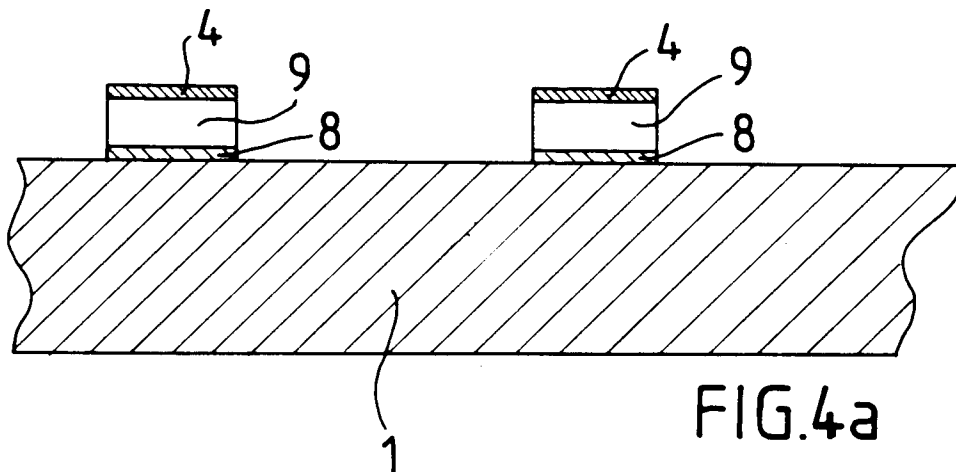


FIG. 4a

