

12

# EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 79101562.1

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: H 01 C 17/24, H 01 C 7/00

22 Anmeldetag: 22.05.79

30 Priorität: 03.07.78 US 921291

71 Anmelder: International Business Machines Corporation, Armonk, N.Y. 10504 (US)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: 09.01.80  
Patentblatt 80/1

72 Erfinder: Gow 3rd, John, Pultz Hill Road, Owego New York 12534 (US)  
Erfinder: Hoffman, Herman Sol, 8 Dorothy Road, Apalachin New York 13732 (US)  
Erfinder: Stephans, Earl, 101 N. Fenton Road, Chenango Forks New York 13746 (US)

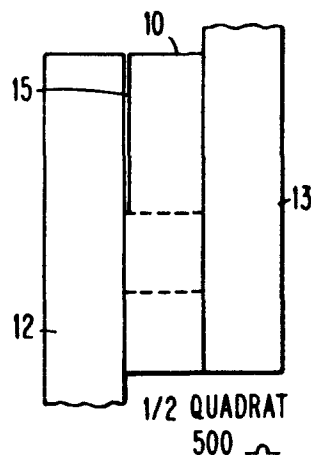
64 Benannte Vertragsstaaten: DE FR GB

74 Vertreter: Gaugel, Heinz, Dipl.-Ing., Schönaicher Strasse 220, D-7030 Böblingen (DE)

54 Abgleichbarer Dünnschicht-Widerstand.

57 Bei einem abgleichbaren Dünnschicht-Widerstand ist die auf ein Substrat aufgebrachte Dünnschicht (10) in einer durch ein niedriges Verhältnis von Länge zu Breite bestimmten Flächengeometrie angeordnet. Dabei entspricht die Länge dem Stromweg zwischen den Elektroden (12, 13) des Widerstandes. Der Abgleich erfolgt durch Laserschnitt (15), durch die die Dünnschicht (10) in Teilflächenquadrate unterteilt wird. Die zum Stromfluß beitragenden Teilflächenquadrate, die die Elektroden (12, 13) in serieller oder paralleler Anordnung verbinden, bestimmen den jeweiligen Widerstandswert.

Auf diese Weise kann bei möglichst geringem Flächenbedarf eine möglichst hohe Variationsbreite hinsichtlich der Widerstandswerte erreicht werden.



**EP 0 006 442 A2**

Abgleichbarer Dünnschicht-Widerstand

Die Erfindung betrifft einen abgleichbaren Dünnschicht-Widerstand mit bei möglichst geringem Flächenbedarf möglichst großer Variationsbreite hinsichtlich der erzielbaren Widerstandswerte.

5

Schichtwiderstände werden im allgemeinen in gedruckten Schaltungen verwendet und umfassen sogenannte Dickschicht-Widerstände, die konventionell durch Siebdruck eines widerstandsbehafteten Materials auf einem isolierenden Substrat  
10 hergestellt werden, und sogenannten Dünnschicht-Widerständen, die konventionell durch Kathodenzerstäubung oder Aufdampfen eines widerstandsbehafteten Materials auf ein isolierendes Substrat verwirklicht werden. In gedruckten Schaltungen ist es oft erforderlich, den Widerstandswert der Dünnschicht-  
15 Widerstände abzugleichen. Um den Widerstandswert eines Dünnschicht-Widerstandes zu erhöhen, wird entlang des elektrischen Stromweges ein Schnitt durchgeführt, durch den die effektive Breite des Widerstandes kleiner und damit der Widerstandswert größer wird. Der Schnitt kann auf mechanischem oder chemischen Wege oder auch durch Verdampfung des Widerstandsmaterials durch Laserbestrahlung eingebracht  
20 werden. Die Vorteile eines Abgleiches mit einem Laserstrahl liegen in einem höheren Produktionsausstoß, einer größeren Flexibilität im Abgleich und in engeren Toleranzen der  
25 erzielten Widerstandswerte.

Es sind mehrere Methoden zum Abgleich von beispielsweise aus einer Keramik-Metall-Verbindung ( $\text{CrSiO}$ ) bestehenden Dünnschicht-Widerständen mittels Laserstrahl bekannt. Beim sogenannten Impulsabgleich werden durch den Widerstand Stromimpulse geleitet, die den Widerstandswert durch Änderung der Struktur und Zusammensetzung des Materials verändern. Die  
30 maximale Variationsbreite des Widerstandswertes beträgt

35

dabei etwa 50 %. Bei einer entsprechenden Methode wird das Widerstandsmaterial mit einem Laserstrahl geringer Intensität erwärmt, wodurch sich der Widerstandswert verändert. Auch hierbei erhält man eine maximale Variationsbreite des  
5 Widerstandswertes von etwa 50 %.

Beim sogenannten Netzwerkabgleich wird ein Dünnschicht-Muster erzeugt, das seriell und parallel verbundene Leitungen enthält. Mit Hilfe eines Laserstrahles werden be-  
10 stimmte Leitungen unterbrochen, so daß sich die Länge der Dünnschicht verändert. Diese Methode hat den Vorteil, daß sie ausgehend von einer gegebenen Dünnschicht-Struktur eine große Variationsbreite hinsichtlich der erzielbaren Widerstandswerte gewährleistet. Nachteilig ist, daß die auf diese  
15 Weise hergestellten Dünnschicht-Widerstände einen sehr hohen Flächenbedarf aufweisen.

Schließlich ist eine Methode bekannt, bei der das Widerstandsmaterial in begrenzten Gebieten verdampft wird, so daß sich  
20 der Widerstandswert erhöht.

Es kann festgestellt werden, daß für die bekannten abgleichbaren Dünnschicht-Widerstände eine Variationsbreite der erzielbaren Widerstandswerte in der Größe von etwa 50 %  
25 bis 100 % angenommen werden kann.

In der gegenwärtig angewandten Technik der gedruckten Schaltungen werden metallisierte keramische Moduln verwendet, die auf einer gedruckten Schaltungsplatte angeordnet sind und  
30 mindestens ein integriertes Halbleiterplättchen tragen. Dabei werden beispielsweise eine Vielzahl von sogenannten Abschlußwiderständen auf einem metallisierten, keramischen Substrat mit einer Seitenlänge von 25,04 mm angeordnet. Die Widerstände verbinden das Halbleiterplättchen mit Eingabe/Aus-  
35 gabeanschlüssen. Beispielsweise benötigt man Widerstände von

750 Ohm und ebenfalls Widerstände von 7500 Ohm. Beim Versuch diese Forderungen zu erfüllen, hat man Dickschicht-Widerstände ausprobiert, die eine Dicke in der Größenordnung von 24  $\mu\text{m}$  aufweisen. Von denen zu Herstellung dieser Widerstände verwendeten keramischen Pasten weist jede einen bestimmten Widerstandswert auf, so daß es erforderlich ist, jeweils mehrere solcher Pasten zu mischen. Beim Abgleich dieser Widerstände kann man, will man noch eine ausreichende Stabilität gewährleisten, lediglich eine Variationsbreite von etwa dem dreifachen Ausgangswert erreichen. Daraus folgt die Notwendigkeit, eine Vielzahl von Substraten unterschiedlicher Teilenummern auf Lager zu halten, was außerordentlich kostspielig ist. Außerdem ist festzustellen, daß bei dieser Art von Widerständen die Widerstandspaste zunächst auf eine Seite und dann die Metallisierung auf die andere Seite des Substrates aufzubringen ist, da die zum Aushärten der Paste erforderliche Erhitzung auf eine Temperatur von etwa 800 °C für die Metallisierung zu hoch wäre. Das bedeutet aber, daß eine doppelte Maskierung erforderlich ist, was außerordentlich zeitaufwendig und kostspielig ist.

Es ist also eine Widerstandsart zu fordern, bei der der eigentliche Widerstand und die Metallisierung auf einer Seite des Substrats angeordnet sind und bei der eine möglichst große Variationsbreite der Widerstandswerte gewährleistet ist.

Die Erfindung, wie sie in den Ansprüchen gekennzeichnet ist, löst demnach die Aufgabe, einen abgleichbaren Dünnschicht-Widerstand anzugeben, bei dem durch seine Flächengeometrie und durch geeignete Wahl der Abgleichstellen dafür gesorgt ist, daß bei minimalem Flächenbedarf eine maximale Variationsbreite für die Widerstandswerte erzielt wird.

Zusammengefaßt stellen sich die Erfindung und die durch sie erreichten Vorteile folgendermaßen dar: Hergestellt wird der abgleichbare Dünnschicht-Widerstand insbesondere durch Verwendung einer Keramik-Metall-Verbindung ( $\text{CrSiO}$ ) als Material für die Dünnschicht. Die Dicke der Dünnschicht liegt in der Größenordnung von 100 nm, wodurch eine gute Stabilität gewährleistet ist und gleichzeitig nur dünne Laserschnitte für den Abgleich benötigt werden. Das Abgleichen erfolgt mittels Laserstrahl, durch den das Material in scharf begrenzten Gebieten verdampft und damit eine Erhöhung des Widerstandswertes herbeigeführt wird. Die Flächengeometrie des Widerstandes und die Abgleichstellen sind nun so gewählt, daß ein maximaler Abgleichbereich bei gleichzeitig minimalem Flächenbedarf des Widerstandes erzielt wird. Man wählt aus diesem Grunde für die Dünnschicht eine durch ein niedriges Verhältnis von Länge zu Breite bestimmte Flächengeometrie. Der Schichtwiderstand des verwendeten Materials liegt vorzugsweise bei 1000 Ohm/Flächenquadrat. Das Material ist auf ein isolierendes Substrat aufgebracht und mit geeigneten Elektroden verbunden. Die Anzahl der Flächenquadrate ergibt sich aus dem Verhältnis von Länge zu Breite der Dünnschicht. Zum Abgleichen des Widerstandes werden Laserschnitte durchgeführt, die die Flächengeometrie ändern und es erlauben, viele Flächenquadrate zu erzeugen. Auf diese Weise erhält man eine extrem hohe Abgleichbreite, so daß man ausgehend von einem Widerstandsgrundwert eine große Variationsbreite hinsichtlich der Widerstandswerte erzielt. Diese Variationsbreite ermöglicht es, für viele Anwendungen, die unterschiedliche Widerstandswerte verlangen, eine gemeinsame Grundstruktur für den Dünnschicht-Widerstand vorzusehen, so daß nur jeweils eine Teilenummer erforderlich ist.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert.

Es zeigen:

- Fig. 1 in schematischer Darstellung die Draufsicht  
eines erfindungsgemäßen Dünnschicht-Wider-  
standes im unabgeglichenen Zustand,
- Fig. 2 eine schematische Seitenansicht des Wider-  
standes nach Fig. 1,
- Fig. 3 bis schematische Draufsichten des Widerstandes  
gemäß Fig. 1 nach definierten, mittels eines  
Laserstrahls vorgenommenen Abgleichoperationen,  
so daß eine unterschiedliche Anzahl paralleler  
Flächenquadrate zwischen den Elektroden und  
damit unterschiedliche Widerstandswerte er-  
zeugt werden, und
- Fig. 6 bis schematische Draufsichten des Widerstandes ge-  
mäß Fig. 1, wobei durch Laserstrahlen unter-  
schiedliche Anzahlen von seriell zwischen den  
Elektroden liegenden Flächenquadraten und  
damit entsprechende Widerstandswerte erzeugt  
sind.
- Der in den Fig. 1 und 2 dargestellte erfindungsgemäße ab-  
gleichbare Dünnschicht-Widerstand weist die angestrebte Flä-  
chengeometrie mit kleinem Verhältnis von Länge zu Breite der  
Dünnschicht auf. Der Widerstand befindet sich im unabge-  
glichenen Zustand. Das Material der Dünnschicht des Wider-  
standes besteht bevorzugt aus einer Zusammensetzung von  
62 % Cr und 38 % SiO. Der Schichtwiderstand dieser Keramik-  
Metall-Verbindung ist abhängig von der Zusammensetzung, wo-  
bei der Widerstand mit größer werdendem Anteil an SiO zu-  
nimmt. Geeignete Zusammensetzungen liegen im Bereich von  
70 % Cr - 30 % SiO bis 50 % Cr - 50 % SiO. Die größte Flexi-

bilität für den Abgleich des Widerstandes erreicht man jedoch bei einer Zusammensetzung von 62 % Cr - 38 % SiO<sub>2</sub>.

- Im betrachteten Ausführungsbeispiel ist die Dünnschicht 10 auf ein eine Seitenlänge von 25,4 mm aufweisende keramisches Substrat 11 aufgebracht, das gleichzeitig die Basis für ein metallisiertes keramisches Modul bildet. Ein vollständiges Modul (nicht dargestellt) enthält dann ein integriertes Halbleiterplättchen, ein metallisches Leitungsmuster, mehrere Eingangs/Ausgangs-Anschlüsse und mehrere Dünnschicht-Widerstände, die beispielsweise als Abschlußwiderstände zwischen Halbleiterplättchen und den Eingangs/Ausgangs-Anschlüssen dienen.
- Die Dünnschicht 10 wird vorzugsweise durch Kathodenzerstäubung als durchgehende Schicht auf das keramische Substrat 11 aufgebracht, da diese Methode schnelle und kostmäßig unaufwendig ist. Die Dicke der Dünnschicht kann beispielsweise im Bereich von 50 bis 150 nm liegen. Beim betrachteten Ausführungsbeispiel beträgt die Dicke 100 nm. Der Schichtwiderstand des Materials kann von 700 bis 3000 Ohm/Flächenquadrat variieren. Durch Anwendung einer konventionellen Vierpunkt-Meßmethode kann der Zerstäubungsprozeß so gesteuert werden, daß ein Widerstandswert von 1000 Ohm/Flächenquadrat erreicht wird.

- Nach dem Aufbringen der Dünnschicht 10 wird darüber eine Schicht aus Cr-Cu-Cr aufgedampft. Unter Anwendung konventioneller Photoätztechnik wird die aufgebrachte Metallschicht und die Dünnschicht so geätzt, daß mehrere Dünnschicht-Widerstände 10 auf dem Substrat entstehen, die jeweils Elektroden 12 und 13 aufweisen. Beim betrachteten Ausführungsbeispiel weist die Widerstandsschicht eine Länge von 0,508 mm auf, die dem Stromweg zwischen den Elektroden entspricht, und eine Breite von 2,032 mm. Dies entspricht einer Flächengeometrie mit

einem Verhältnis von Länge zu Breite von 1 zu 4. Die Widerstandsschicht selbst wird vorzugsweise durch Plasmaätzen definiert, da sich dabei engere Toleranzen und eine höhere Langzeitkonstanz erreichen lassen. Beim erfindungsgemäßen  
5 Dünnschicht-Widerstand sind Toleranzen von  $\pm 2\%$  möglich.

Der Widerstandswert der Dünnschicht hängt von der Anzahl der Flächenquadrate ab, die mit dem Verhältnis von Länge zu Breite variiert. Da der Widerstand nach Fig. 1 einen Schicht-  
10 widerstand von 1000 Ohm/Flächenquadrat aufweisen soll und das Verhältnis von Länge zu Breite vor dem Abgleich 1 zu 4 ist, hat der Widerstand im ursprünglichen Zustand einen Widerstandswert entsprechend  $1/4$  Flächenquadrat, was also 250 Ohm ergibt.

15 Wie bereits ausgeführt, ist es ein Ziel der Erfindung, mit einer Widerstands-Grundstruktur durch Abgleich über einen weiten Bereich verteilte Widerstandswerte einstellen zu können, ohne daß dadurch ein Einfluß auf den Flächenaufwand  
20 festzustellen wäre. Bei einer Anwendung ist es beispielsweise erforderlich, mehrere Abschlußwiderstände auf einem Modul zur Verfügung zu haben, von denen einige einen Widerstandswert von 750 und andere einen Widerstandswert von 7500 Ohm aufweisen. Diese unterschiedlichen Widerstände lassen  
25 sich durch die erfindungsgemäße Flächengeometrie und Abgleichsmethode, die durch eine Veränderung der Anzahl der Flächenquadrate gekennzeichnet ist, herstellen.

Wie in Fig. 1 dargestellt, weist der nicht abgegliche  
30 Widerstand eine Länge von 0,508 mm und eine Breite von 2,032 mm auf, was  $1/4$  Flächenquadrat mit einem Widerstand von 250 Ohm ergibt. Die in den Fign. 3 bis 5 dargestellten abgeglichenen Widerstände weisen eine unterschiedliche Anzahl von Flächenquadraten auf, die parallel zwischen den  
35 Elektroden angeordnet sind. Durch diese unterschiedliche

- Anzahl von Flächenquadraten wird der Widerstandswert erhöht. Im Beispiel der Fig. 3 ist ein Laserschnitt 14 vorgesehen, durch den ein Verhältnis von Länge zu Breite in der Größe von 0,508 mm zu 1,524 mm erzielt wird. Dadurch entsteht
- 5 ein 1/3 Flächenquadrat, was 333 Ohm entspricht. In entsprechender Weise erzeugt ein Laserschnitt 15 in Fig. 4 1/2 Flächenquadrat, was 500 Ohm ergibt. Der in Fig. 5 vorgesehene Laserschnitt 16 erzeugt ein 1 Flächenquadrat, was 1000 Ohm ergibt.
- 10
- In den Ausführungsbeispielen gemäß Fign. 6 bis 8 wird durch den Abgleich die Anzahl der Flächenquadrate verändert, die seriell zwischen den Elektroden liegen, um dadurch den Widerstandswert zu erhöhen. Im Beispiel der Fig. 6 bewirkt
- 15 der Laserschnitt 17 ein Verhältnis von Länge zu Breite von 0,508 mm zu 0,254 mm. Es entsteht ein Stromweg von 2 Flächenquadraten zwischen den Elektroden und somit ein Widerstandswert von 2000 Ohm. Im Beispiel der Fig. 7 erzeugen die Laserschnitte 18 und 19 einen Stromweg von 9 Flächenquadraten
- 20 zwischen den Elektroden, so daß sich ein Widerstandswert von 9000 Ohm ergibt. Am Beispiel der Fig. 8 liefern die Laserschnitte 20, 21 und 22 einen 16 Flächenquadrate umfassenden Stromweg und damit einen Widerstandswert von 1600 Ohm.
- 25 Es zeigt sich, daß durch Anwendung der beschriebenen Flächengeometrie und Laserschnitte, die beispielsweise eine Breite von 0,25 mm aufweisen, Widerstände mit weit auseinanderliegenden Widerstandswerten verwirklichtbar sind, wobei nur ein minimaler Teil der Substratoberfläche aufgewendet werden muß.
- 30

P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Abgleichbarer Dünnschicht-Widerstand mit bei möglichst geringem Flächenbedarf möglichst großer Variationsbreite hinsichtlich der erzielbaren Widerstandswerte, dadurch gekennzeichnet, daß für die Dünnschicht eine durch ein niedriges Verhältnis von Länge zu Breite bestimmte Flächengeometrie vorgesehen ist und daß der Abgleich jeweils durch Festlegung einer Anzahl von Teilflächenquadraten erfolgt, die in serieller und/oder paralleler Anordnung widerstandsbestimmend zum Stromfluß beitragen.
2. Dünnschicht-Widerstand nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Festlegung der Anzahl der Teilflächenquadrate durch Laserschnitte (14 bis 22) in der Dünnschicht (10) erfolgt.
3. Dünnschicht-Widerstand nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die Dünnschicht (10) eine Keramik-Metall-Verbindung dient.
4. Dünnschicht-Widerstand nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Keramik-Metall-Verbindung aus  $\text{CrSiO}$  besteht.
5. Dünnschicht-Widerstand nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung der Keramik-Metall-Verbindung im Bereich von 70 % Cr - 30 %  $\text{SiO}$  bis 50 % Cr - 50 %  $\text{SiO}$  liegt.

6. Dünnschicht-Widerstand nach den Ansprüchen 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Verhältnis von Länge zu Breite der Dünnschicht  
(10) 1 zu 4 ist und daß die Festlegung der Teilflächen-  
5 quadrate im Bereich von  $1/4$  Flächenquadrat bis  
16 Flächenquadraten liegt.
7. Dünnschicht-Widerstand nach den Ansprüchen 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
10 daß der Schichtwiderstand des Materials für die Dünn-  
schicht (10) bei 1000 Ohm/Flächenquadrat liegt.

1/1

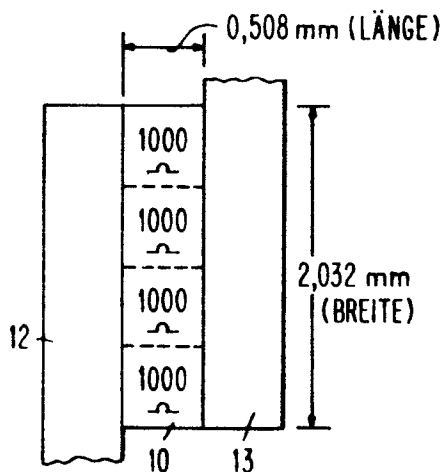


FIG. 1

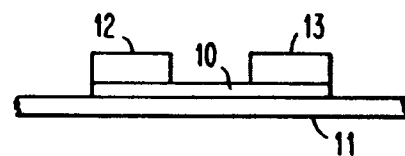


FIG. 2

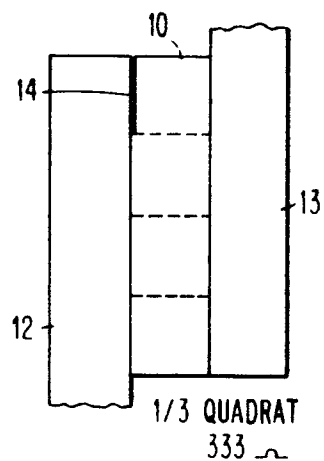


FIG. 3

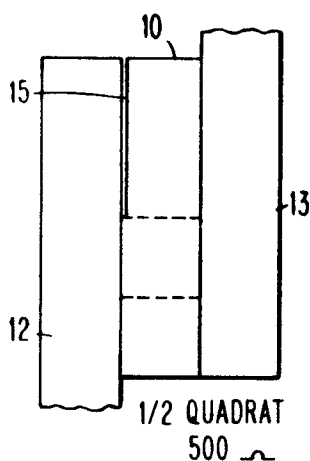


FIG. 4

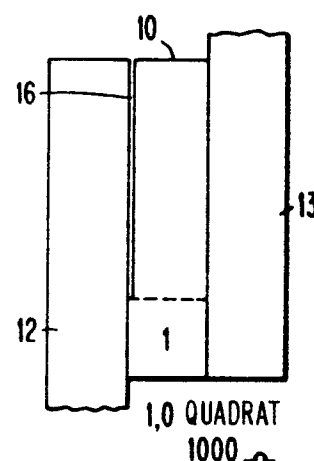


FIG. 5

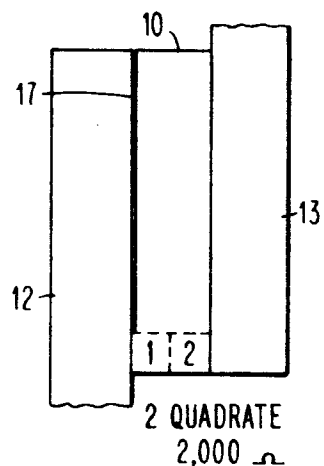


FIG. 6

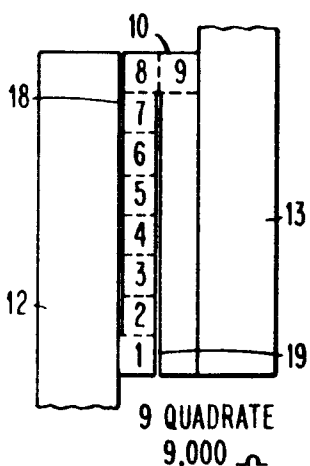


FIG. 7

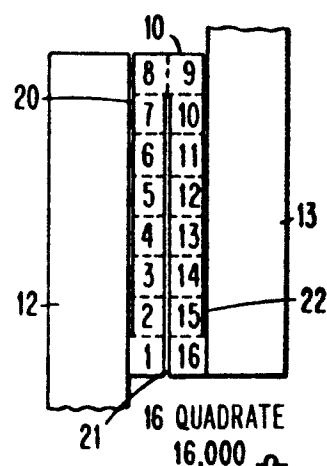


FIG. 8