DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 239 899 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) H 01 B 7/08

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 B / 279 237 6 (22) 01.08.85 (44) 08.10.86

(71) VEB Robotron-Elektronik Dresden, 9010 Karl-Marx-Stadt, Postfach 240, DD
(72) Turinsky, Günter, Dipl.-Ing., DD

(54) Hochfrequenzleitung in gedruckter Schaltungstechnik

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochfrequenzleitung mit vorbestimmtem Wellenwiderstand zum Verbinden elektrischer Baugruppen in gedruckter Schaltungstechnik auf der Basis von doppeltkaschierten Leiterplatten. Ziel der Erfindung ist eine Verbesserung der HF-Leitungen unter Beibehaltung der bewährten Fertigungstechnologie. Eine Verbesserung soll dadurch erreicht werden, daß die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Signals, die Übersprechdämpfung zwischen den Signalleitern und der Wellenwiderstand erhöht werden. Die Aufgabe wird so gelöst, daß einzelne Signalleiter und dazugehörige einzelne breitere Masseleiter eingesetzt werden, die sich gegenüberliegend angeordnet sind und dazwischen einen Isolierstoff mit einer bestimmten Dielektrizitätskonstanten aufweisen, wobei der Masseleiterzug mindestens dreimal breiter ist als der Signalleiterzug und beide abwechselnd die Ebene wechseln. Fig. 1

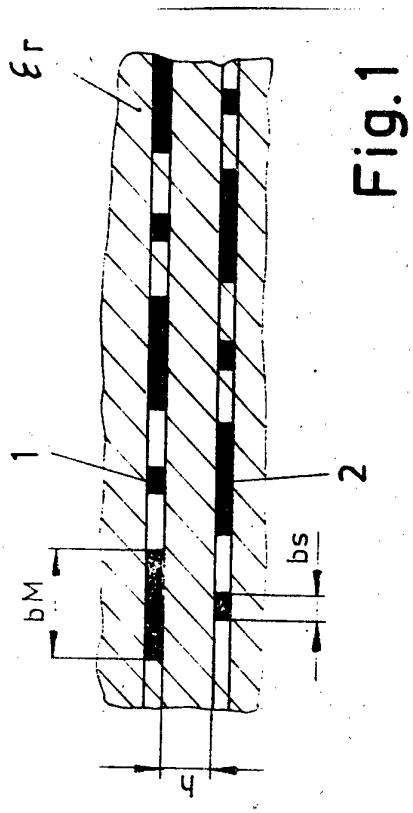

Fig. 1

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. Hochfrequenzleitung mit vorbestimmten Wellenwiderstand zum Verbinden elektrischer Baugruppen in gedruckter Schaltungstechnik auf der Basis von doppeltkaschierten Leiterplatten, die streifenförmige Leiterzüge enthalten, die sich parallel in vorbestimmten Abständen auf den durch eine Isolierschichtstruktur mit einer bestimmten Dielektrizitätskonstante getrennten Leiterplattenoberflächen erstrecken, **dadurch gekennzeichnet,** daß im Wechsel den Signalleitern (1) Masseleiter (2) auf jeder Leiterebene benachbart und auf der anderen Leiterebene gegenüberliegend angeordnet sind und der Querschnitt eines solchen Masseleiters deutlich größer als der Querschnitt der genannten Signalleiter (1) ist, wobei die Breite des Masseleiters (2) mindestens die dreifache Breite des Signalleiters (1) aufweist, daß die Aufteilung einer Leiterebene in Signalleiter (1) und Masseleiter (2) auf der anderen Leiterebene versetzt und mit den gleichen Abmessungen erfolgt, wobei die Masseleiter (2) untereinander weder auf einer Leiterebene noch mit den Masseleitern (2) der anderen Leiterebene galvanisch verbunden sind, und daß die Isolierschichtstruktur aus einem aufgeschäumten Material besteht.
2. HF-Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Masseleiter (2) eine größere Dicke als die Signalleiter (1) aufweisen.
3. HF-Leitung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet,** daß sich die Dickenerhöhung in die Isolierschichtstruktur erstreckt.
4. HF-Leitung nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Signalleiter (1) einer Leiterebene paarig ausgebildet sind und einen solchen Abstand voneinander aufweisen, der kleiner als die Breite der Signalleiter (1) ist.
5. HF-Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß als Dielektrikum zum Überdecken aller Leiterzüge und zur Herstellung des Isolierstoffes zwischen den Signalleitern (1) und Masseleitern (2) ein Glasfaserlaminat mit einer relativen Dielektrizitätskonstante von $1{,}0 < \varepsilon_r < 5{,}0$ eingesetzt ist.
6. HF-Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß zwei äußere Schirmebenen (3) im Abstand zu mindestens einer HF-Leitung angeordnet sind.
7. HF-Leitung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet,** daß die Leiterebenen in einem Mehrfachverbund angeordnet sind.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Hochfrequenzleitung mit vorbestimmtem Wellenwiderstand zum Verbinden elektrischer Baugruppen in gedruckter Schaltungstechnik auf der Basis von doppeltkaschierten Leiterplatten, die streifenförmige Leiterzüge enthalten, die sich parallel in vorbestimmten Abständen auf den durch eine Isolierschichtstruktur mit einer bestimmten Dielektrizitätskonstante getrennten Leiterplattenoberflächen erstrecken.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Für die Herstellung elektrischer Verbindungen zwischen den einzelnen Baugruppen werden in schnellen digitalen Funktionseinheiten üblicherweise gedruckte Leiterzüge von Zwei- und Mehrebenenleiterplatten genutzt. Sollen die dynamischen Signalpegel, die Flankensteilheit und hohe Schaltfrequenzen gesichert werden, so müssen die Leiterzüge die Anforderungen an HF-Leitungen erfüllen, die sich durch einen bestimmten Wellenwiderstand, eine bestimmte Signalausbreitungsgeschwindigkeit und eine hohe Nebensprechdämpfung auszeichnen. Bei sehr schmalen Leiterzügen kommt noch das Einhalten der minimalen Durchgangsdämpfung hinzu.
Im Fall von sehr dünnen Isolierfolien zwischen der Ebene der Signalleiter und der Ebene des Massepotentials (bzw. Stromversorgungspotentials) sind mit den bekannten Anordnungen nur relativ niedrige Wellenwiderstände bei mäßiger Nebensprechdämpfung und schlechter Ausbreitungsgeschwindigkeit zu erreichen. Eine bekannte Mehrebenenleiterplatte mit dem üblichen Isolierstoff Cevausit (relative Dielektrizitätskonstante $\varepsilon_r = 5$) weist auf den Außenebenen einen Wellenwiderstand von $Z_0 \approx 70\ \Omega$ und auf den Innenebenen einen Wellenwiderstand von $Z_0 \approx 40\ \Omega$ auf. Die Signalausbreitungsgeschwindigkeit beträgt auf den Leiterzügen der Außenebenen $v = 16\,\text{cm/ns}$ und auf den Leiterzügen der Innenebenen $v = 13\,\text{cm/ns}$. Bei einem üblichen Leiterzugmittenabstand von $a = 0{,}625\,\text{mm}$ und Leiterzugbreiten von $b = 0{,}2\,\text{mm}$ ist die Übersprechdämpfung beim Einsatz von Schottky-TTL- und ECL-Schaltkreisen bereits so klein, daß mit einer gegenseitigen Beeinflussung gerechnet werden muß. Zur Beherrschung der eingekoppelten Störspannungen müssen Beschränkungen in der Parallelführung und in der Länge der Leiterzüge vorgenommen werden, was sich negativ auf die Verdrahtungsdichte auswirkt. Für bestimmte Anwendungsfälle ist es außerdem von Nachteil, daß die Ebene des Massepotentials (bzw. Stromversorgungspotentials) eine geschlossene Fläche darstellt und für alle darüber befindlichen Leiterzüge wirksam ist. Mit dieser Konstruktion der Leiterplatte ist es z. B. nicht möglich, den Signalleiter und den Masseleiter als Leiterpaar auszuführen. Die aus den niedrigen Wellenwiderständen resultierenden hohen Kapazitätsbeläge C' wirken sich nachteilig aus auf die Schaltgeschwindigkeit integrierter Schaltkreise, insbesondere solcher in CMOS-Technik. Aus der OS 2333383, Fig. 4, ist es prinzipiell bekannt, abgeschirmte Leiterzüge herzustellen, indem der betreffende Leiterzug in den umliegenden Schichten durch breitere Schirmleiter und seitlich benachbart durch schmalere Schirmleiter in der gleichen Leiterzugebene eingegrenzt ist, wobei alle Schirmleiter galvanisch miteinander verbunden sind und an Nullpotential liegen. Mit dieser Lösung kann die zugrunde liegende Aufgabenstellung nicht erfüllt werden. Das betrifft insbesondere die Erhöhung der Leiterzugdichte, der Signalausbreitungsgeschwindigkeit, des Wellenwiderstandes und der Übersprechdämpfung und die galvanische Trennung der Schirmleiter zum Aufbau von Leiterzugpaaren.

Ziel der Erfindung

Es ist Ziel der Erfindung, unter Beibehaltung der bisherigen Fertigungstechnologie verbesserte HF-Leitungen in Streifenleitertechnik vorzuschlagen.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine HF-Leitung anzugeben, bei der die Ausbreitungsgeschwindigkeit eines Signals sowie der Wellenwiderstand und die Übersprechdämpfung zwischen den Signalleitern erhöht ist.
Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß im Wechsel den Signalleitern Masseleiter auf jeder Leiterebene benachbart und auf der anderen Leiterebene gegenüberliegend angeordnet sind und der Querschnitt eines solchen Masseleiters deutlich größer als der Querschnitt der genannten Signalleiter ist, wobei die Breite des Masseleiters mindestens die dreifache Breite des Signalleiters aufweist, daß die Aufteilung einer Leiterebene in Signalleiter und Masseleiter auf der anderen Leiterebene versetzt und mit den gleichen Abmessungen erfolgt, wobei die Masseleiter untereinander weder auf einer Leiterebene noch mit den Masseleitern der anderen Leiterebene galvanisch verbunden sind, und daß die Isolierschichtstruktur aus einem aufgeschäumten Material besteht. Als Dielektrikum zum Überdecken aller Leiterzüge und zur Herstellung des Isolierstoffes zwischen den Signalleitern und den Masseleitern wird ein aufgeschäumtes Glasfaserlaminat eingesetzt, das eine relative Dielektrizitätskonstante von

$$1{,}0 < \varepsilon_r < 5{,}0$$

aufweist. Je nach Aufschäumungsgrad wird eine Dielektrizitätskonstante von $\varepsilon_r = 2{,}0 \ldots 3{,}0$ angestrebt. $\varepsilon_r = 5{,}0$ bedeutet keine Aufschäumung und entspricht dem Stand der Technik. Durch das aufgeschäumte Dielektrikum ist bei der HF-Leiteranordnung eine verringerte Dielektrizitätskonstante wirksam, die zu verbesserten elektrischen Kennwerten führt und außerdem dem Trend zur Leichtbauweise entgegenkommt.
Die verringerte Dielektrizitätskonstante hat, bei ansonsten gleichen geometrischen Abmessungen der HF-Leiteranordnung, einen höheren Wellenwiderstand der Signalleiter und eine höhere Ausbreitungsgeschwindigkeit infolge des verringerten Kapazitätsbelages zwischen Signalleiter und Masseleiter zur Folge.
Zur Realisierung des aus der ECL-Schaltungstechnik bekannten Differenzsignalübertragungsverfahrens kann es erforderlich sein, den Signalleiter doppelt als Paar über dem Massepotentialleiter auszubilden.
Eine weitere Verbesserung der Übersprechdämpfung ergibt sich, wenn die Massepotentialleiterzüge dicker ausgebildet sind als die Signalleiterzüge. Dickere Leiterzüge sind beispielsweise durch galvanisches Materialauftragen (partiell über Maskenabdecken) bzw. durch Schleuderverzinnen herstellbar. Die Leiterebenen können auch in einem Mehrfachverbund angeordnet sein.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert werden. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführung einer zweilagigen HF-Leitung im Querschnitt,
Fig. 2 eine zweite Ausführung gemäß Fig. 1,
Fig. 3 eine dritte Ausführung gemäß Fig. 1,
Fig. 4 eine Weiterbildung gemäß Fig. 1 mit einer geschlossenen Schirmebene.

Die in Fig. 1 gezeigte Anordnung von HF-Leitungen 1, 2 nach der Erfindung besteht aus Signalleiterzügen der Breite b_s und breiteren Masseleiterzügen der Breite b_M; beide stehen sich im Abstand $h = 0{,}4$ bis 0,6 mm gegenüber, d. h., in Fig. 1 bilden der obere Masseleiter 2 und der untere Signalleiter 1 eine HF-Leitung. Die nächste HF-Leitung wird durch die benachbarten Leiterzüge, hier der obere Signalleiter 1 und der untere Masseleiter 2, gebildet, u. s. f. Die Dicke des Dielektrikums bestimmt die geometrischen Verhältnisse in der Schichtfolge. Die Feldausbreitung findet zwischen Signalleiter 1 und Masseleiter 2 statt. Von einer Hochfrequenzanordnung zur anderen findet ein Ebenenwechsel der Signalleiter 1 und Masseleiter 2 in der Weise statt, daß in jeweils einer Ebene eine Abfolge von Signalleitern 1 und Masseleitern 2 auftritt. Die Materialdicke der beiden leitenden Ebenen ist gleich groß, im dargestellten Fall $d_L = 35\,\mu m$.
Alle Leiterzüge sind rundherum in das gleiche Dielektrikum (ε_r = aufgeschäumt) eingebettet. Die Signalleiter 1 sind schmaler als die Masseleiter 2; ein ausreichendes Verhältnis ist $b_M \geqq 3 \cdot b_s$, d. h. bei 0,1 mm breiten Signalleitern 1 müssen die Masseleiter 2 mindestens 0,3 mm breit sein. Die Masseleiterzüge sind auf einer Baugruppe nicht miteinander galvanisch verkoppelt. Die verbesserten elektrischen Kennwerte treten infolge des größeren Abstandes der Signalleiterzüge in einer Ebene, der Zwischenlagerung von Masseleiterzügen zwischen zwei Signalleiterzügen, der versetzt angeordneten Signalleiterzüge in zwei Ebenen und der verringerten effekektiven Dielektrizitätskonstante auf.
Der Lösungsvorschlag in Fig. 2 entpricht in der Leiterplattenkonstruktion der Lösung in Fig. 1. Anstelle des Einzelleiters der HF-Leitung tritt ein Signalleiterzugpaar in jeder Ebene. Dieses Leiterpaar hat als Gegenpotential wieder einen Massepotentialleiterzug in der gegenüberliegenden Leiterebene. Die Abmessungen des Einzelleiters eines Leiterpaares und der Masseleiterzüge müssen wieder der Ungleichung

$$b_m \geqq 3 \cdot b_{s1} \text{ bzw.}$$
$$b_m \geqq 3 \cdot b_{s2}$$

genügen. Der Abstand der beiden Signalleiterzüge eines Paares ist auf ein Minimum zu reduzieren. Je besser ein Leiterpaar verkoppelt ist, desto besser ist seine Gleichtaktunterdrückung. Aus der Praxis bekannte Maße sind: Abstand eines Leiterpaares 0,5 mm. Diese Leiterpaaranordnung der HF-Leitung wird vorzugsweise zur Übertragung von schnellen ECL-Signalen über relativ

lange Leitungen eingesetzt. Dabei werden über das Leiterpaar die komplementären ECL-Signale übertragen und von einem Differenzempfänger ausgewertet. Alle HF-Leitungen sind wieder in das aufgeschäumte Dielektrikum eingebettet.
Zur weiteren Erhöhung der Übersprechdämpfung zwischen den Signalleiterzügen wird in Fig. 3 vorgeschlagen, die Dicke des Leitermaterials der Bezugsebene gegenüber der Dicke der Signalleiter 1 zu vergrößern. Eine meßbare Wirkung tritt bereits bei einer Verdopplung des Leitermaterials der Bezugsebene ein. Im konkreten Fall mit 35 μm dicken Signalleitern 1 bedeutet das 70 μm dicke Leitermaterialien für die Masseleiterzüge. Die Art und Weise der Realisierung der dicken Leiterzüge ist beliebig. Benötigt wird ein Verfahren, das die gleiche Leitfähigkeit sichert. Somit kann ein Verfahren zum Auftragen von leitfähigen Schichten auf die Leiterzüge des Bezugspotentials ebenso eingesetzt werden, wie ein Verfahren zum Abtragen von Kupfer bei einem dickeren Ausgangsbasismaterial. Der dickere Leiterzug der Massepotentialebene führt zu einer weiteren Konzentration des Feldes im Dielektrikum im Bereich des Signalleiters 1. Die Abnahme des Streufeldes ist gleichbedeutend mit der Erhöhung der Übersprechdämpfung zwischen den Signalleiterzügen.
Bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen HF-Leitungen ist es vorgesehen, die geschilderte Leiterplattenkonstruktion an den äußeren Seiten mit flächenhaften Schirmebenen 3 zu versehen, die die Aufgabe eines Gehäuseschirmes haben. In Fig. 4 ist dazu nur eine Seite dargestellt. Die äußere Schirmebene 3 ist nicht mit den Masseleitern 2 der HF-Leitungen verbunden. Die äußeren Schirmebenen 3 umhüllen alle HF-Leitungen und sind über einen getrennten Anschluß mit der zentralen Gehäuseerde verbunden. Im Innern kann eine der Ausführungen der HF-Leitungen nach Fig. 1 bis Fig. 3 enthalten sein.

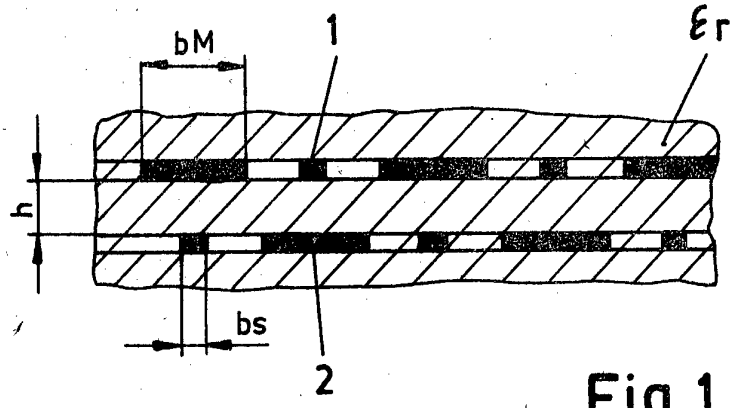

Fig.1

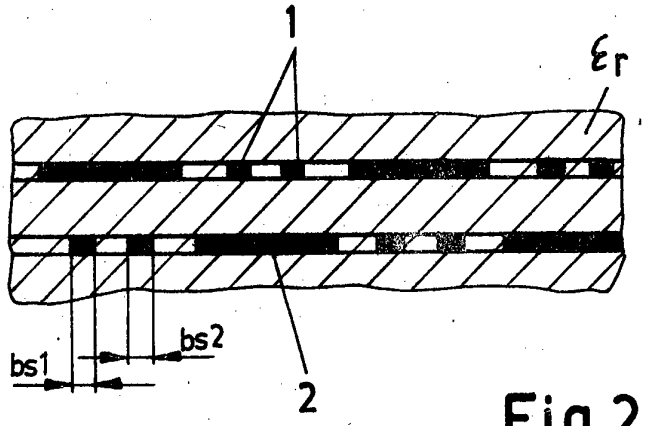

Fig.2

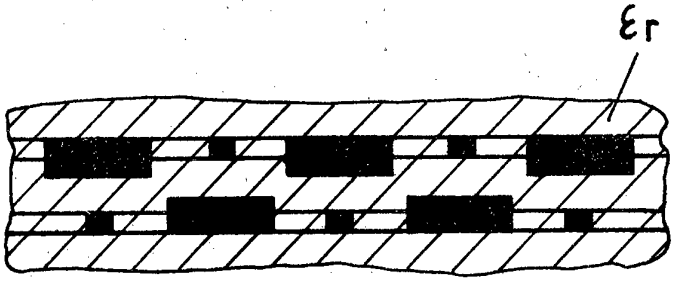

Fig.3

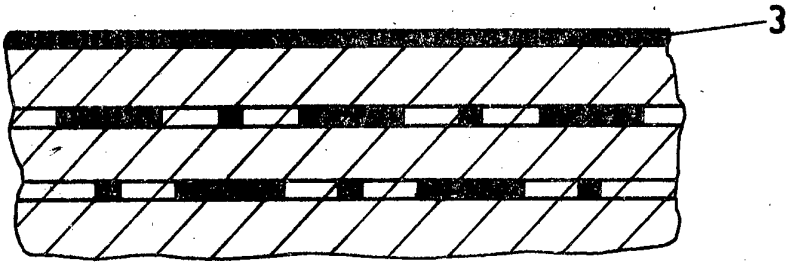

Fig.4