



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2021/142401**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 000 492.1**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US2021/012878**
(86) PCT-Anmeldetag: **11.01.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **15.07.2021**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **29.12.2022**

(51) Int Cl.: **H01P 5/00 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:

62/958,822 **09.01.2020** **US**
17/116,668 **09.12.2020** **US**

(74) Vertreter:

Zeller, Andreas, 85356 Freising, DE

(71) Anmelder:

Texas Instruments Incorporated, Dallas, TX, US

(72) Erfinder:

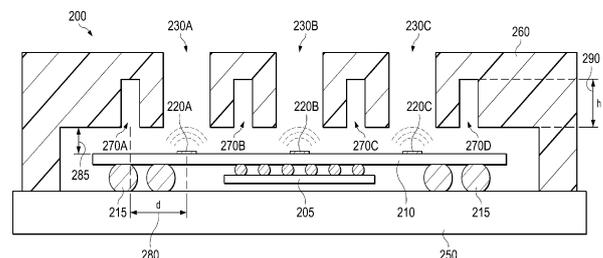
**Ali, Hassan Omar, Murphy, TX, US; Cook,
Benjamin Stassen, Los Gatos, CA, US**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **DRAHTLOSES GERÄT MIT SUBSTRAT-AN-ANTENNEN-KOPPLUNG**

(57) Zusammenfassung: Ein Gerät umfasst einen Chip mit integrierter Schaltung (Integrated Circuit - IC) (205), ein Substrat (210), eine Leiterplatte (Printed Circuit Board - PCB) (250), eine Antenne (260) und eine Wellenleiterstichleitung (270A). Der IC-Chip ist an dem Substrat befestigt, das eine Signaleinkopplung (220A) auf einer Oberfläche des Substrats umfasst, die dazu ausgelegt ist, ein Signal auszusenden oder zu empfangen; Das Substrat und die Antenne sind an dem PCB befestigt, sodass die Signaleinkopplung und eine Wellenleiteröffnung der Antenne ausgerichtet sind, und einen Signalkanal (230A) umfassen. Die Wellenleiterstichleitung ist als eine Begrenzung um den Signalkanal herum angeordnet. In einigen Implementierungen hat die Wellenleiterstichleitung eine Höhe von $\lambda/4$, wobei λ eine Wellenlänge des Signals darstellt. In einigen Implementierungen beinhaltet die Antenne die Wellenleiterstichleitung; in anderen beinhaltet das Substrat die Wellenleiterstichleitung.



Beschreibung

HINTERGRUND

[0001] Viele drahtlose Kommunikationssysteme, wie zum Beispiel Millimeterwellenradarsysteme, übertragen Signale von gepackten integrierten Schaltungen (Integrated Circuits - IC) durch Wellenleiter zu externen Antennen. Einige IC verwenden anstelle von planaren Übertragungsleitungen eine direkte Schnittstelle zwischen dem gepackten Gerät und externen Wellenleitern. Launch-on-Package-Anordnungen auf der Unterseite können verglichen mit Launch-on-Package-Anordnungen auf der Oberseite mit weniger Schritten und größerer Fertigungszuverlässigkeit hergestellt werden, können aber auf einer Systemebene schwieriger zu implementieren sein. Alternativ können Launch-on-Package-Anordnungen auf der Oberseite ohne zusätzliche Schritte zum Hinzufügen von Barrieren zwischen Signalkanälen hergestellt werden, jedoch auf Kosten einer schlechten Kanalisolation aufgrund des Luftspalts zwischen dem Gerät und einem zum Speisen einer dreidimensionalen (3D-) Antenne verwendeten Wellenleiter. Bekannte Techniken, wie zum Beispiel elektromagnetische Bandabstandsstrukturen verbessern die Kanalisolation, verhindern jedoch eine kompakte Kanalplatzierung.

KURZDARSTELLUNG

[0002] Ein Gerät umfasst einen Chip mit integrierter Schaltung (IC), der an einem Substrat befestigt ist, eine Leiterplatte (Printed Circuit Board - PCB), eine Antenne, die eine Wellenleiteröffnung umfasst, und eine Wellenleiterstichleitung. Das Substrat umfasst eine Signaleinkopplung auf einer Oberfläche des Substrats, die zum Aussenden oder Empfangen eines Signals ausgelegt ist und an dem PCB befestigt ist. Die Antenne ist ebenfalls an dem PCB befestigt, sodass die Signaleinkopplung und die Wellenleiteröffnung ausgerichtet sind, und einen Signalkanal umfassen. Die Wellenleiterstichleitung ist als eine Begrenzung um den Signalkanal herum angeordnet.

[0003] In einigen Implementierungen hat die Wellenleiterstichleitung eine Höhe von $\lambda/4$, wobei λ eine Wellenlänge des Signals darstellt. Das Zentrum der Wellenleiterstichleitung hat in einigen Implementierungen einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum des Signalkanals. Die Wellenleiterstichleitung kann in der Antenne oder in dem Substrat enthalten sein, abhängig von der bestimmten Implementierung. Die Wellenleiterstichleitung kann in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats gerade in dem Substrat sein, sodass die Dicke des Substrats mindestens so dick ist wie eine Höhe der Wellenleiterstichleitung. Alternativ ist die Wellenleiterstichleitung L-förmig, mit einem ersten Arm

gerade in dem Substrat in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats, und einem zweiten Arm, der lotrecht zu dem ersten Arm angeordnet ist. Der erste Arm hat eine erste Höhe, und der zweite Arm hat eine zweite Höhe; eine Dicke des Substrats ist mindestens so dick wie die erste Höhe. Eine Summe der ersten und zweiten Höhe ist $\lambda/4$.

[0004] In einigen Implementierungen beinhaltet das Gerät ferner einen zweiten Signalkanal mit einer zweiten Signaleinkopplung auf der Oberfläche des Substrats und einer zweiten Wellenleiteröffnung in der Antenne. Eine zweite Wellenleiterstichleitung bildet eine Begrenzung um den zweiten Wellenleiterkanal herum. In einigen Implementierungen sind der erste und zweite Signalkanal nahe beieinander angeordnet, sodass die erste Wellenleiterstichleitung und die zweite Wellenleiterstichleitung eine Wellenleiterstichleitungsstruktur bilden. Ein Zentrum der Wellenleiterstichleitungsstruktur hat einen Abstand kleiner als λ von einem Zentrum des ersten Signalkanals und einen Abstand kleiner als λ von einem Zentrum des zweiten Signalkanals. X stellt eine Wellenlänge des ersten und zweiten Signals dar.

[0005] In einigen Implementierungen beinhaltet die Wellenleiterstichleitungsstruktur Totraumabschnitte, die Raum zwischen dem ersten und zweiten Signalkanal einnehmen. Die Totraumabschnitte sind so angeordnet, dass ein Zentrum des ersten Signalkanals einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum eines ersten Abschnitts der Wellenleiterstichleitungsstruktur zwischen dem ersten Signalkanal und dem Totraumabschnitt hat. Die Totraumabschnitte sind auch so angeordnet, dass ein Zentrum des zweiten Signalkanals einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum eines zweiten Abschnitts der Wellenleiterstichleitungsstruktur zwischen dem zweiten Signalkanal und dem Totraumabschnitt hat.

Figurenliste

Die **Fig. 1A-B** veranschaulichen beispielhafte Launch-on-Package-Anordnungen auf der Unterseite und auf der Oberseite.

Fig. 2 veranschaulicht eine beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite mit Wellenleiterstichleitungen in einem Wellenleiter einer zugehörigen 3D-Antenne.

Die **Fig. 3A-C** veranschaulichen beispielhafte Launch-on-Package-Anordnungen auf der Oberseite mit Wellenleiterstichleitungen in einem Substrat des Package.

Fig. 4 veranschaulicht eine beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Unterseite mit Wellenleiterstichleitungen in einer Leiterplatte, an der die Baugruppe befestigt ist.

Fig. 5 veranschaulicht eine perspektivische Ansicht einer beispielhaften Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite mit Wellenleiterstichleitungen in einem Wellenleiter einer zugehörigen 3D-Antenne.

Die **Fig. 6A-C** veranschaulichen Graphen von Kanalisolation, Einfügedämpfung und Rückflussdämpfung für die in **Fig. 5** gezeigte beispielhafte Anordnung.

Die **Fig. 7A-D** veranschaulichen Querschnittsansichten und Draufsichten einer beispielhaften Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite mit kreisförmigen Wellenleiterstichleitungen in einem Wellenleiter einer zugehörigen 3D-Antenne, sowie eine Simulationsdarstellung eines Signals durch die Anordnung und ein Diagramm von Kanalisolation für die Anordnung.

Die **Fig. 8A-C** veranschaulichen eine perspektivische Ansicht und eine Draufsicht eines Wellenleiters mit Wellenleiterstichleitungen, sowie eine Simulationsdarstellung eines Signals durch den Wellenleiter.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG BEISPIELHAFTER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0006] Die beschriebenen Geräte stellen eine Schnittstelle zu externen Antennen bereit, die gegenüber Herstellungs- und Montagetoleranzen robust ist, auf einer Systemebene relativ einfach zu implementieren ist, und eine verbesserte Kanalisolation hat. Die beschriebenen Geräte beinhalten einen Chip mit integrierter Schaltung (IC), der an einem Substrat befestigt ist, das eine Oberfläche mit einer Signaleinkopplung hat, die dazu ausgelegt ist, ein Signal auszusenden oder zu empfangen. Das Substrat und eine externe Antenne sind an einer Leiterplatte (PCB) befestigt. Die externe Antenne beinhaltet eine Wellenleiteröffnung. Die Wellenleiteröffnung und die Signaleinkopplung sind ausgerichtet und bilden einen Signalkanal.

[0007] Eine Wellenleiterstichleitung ist als eine Begrenzung um den Signalkanal herum angeordnet, und reflektiert einen Signalverlust von dem Signalkanal. Die reflektierten Signale interferieren konstruktiv mit dem Signalverlust, wobei der Signalverlust von dem Signalkanal effektiv reduziert und die Kanalisolation verbessert wird. Die Wellenleiterstichleitung hat eine Höhe $\lambda/4$ basierend auf der Wellenlänge λ des Signals, und ist so um den Signalkanal herum platziert, dass das Zentrum der Wellenleiterstichleitung einen Abstand von weniger als λ von dem Zentrum des Signalkanals hat.

[0008] Die Wellenleiterstichleitung kann in der externen Antenne, in dem Substrat oder auf dem PCB platziert werden. Bei Wellenleiterstichleitungen, die in dem Substrat implementiert sind, kann die Wellen-

leiterstichleitung gerade in dem Substrat platziert werden, wobei die Dicke des Substrats mindestens so dick ist wie eine Höhe $\lambda/4$ der Wellenleiterstichleitung. Alternativ kann die Wellenleiterstichleitung L-förmig sein, mit einem ersten Arm, der gerade in dem Substrat angeordnet ist, und einem zweiten Arm, der lotrecht zu dem ersten Arm angeordnet ist. Die Höhe des ersten Arms und die Höhe des zweiten Arms addieren sich zu der Gesamthöhe $\lambda/4$ der Wellenleiterstichleitung. Bei L-förmigen Wellenleiterstichleitungen ist die Dicke des Substrats mindestens so dick wie die Höhe des gerade in dem Substrat angeordneten ersten Arms.

[0009] Bei Geräten mit mehreren Kanälen können sich die jeden Signalkanal umgebenden Wellenleiterstichleitungen zu einem einzelnen Ausschnitt um die Signalkanäle herum verbinden. Bei Konfigurationen, bei denen ein einzelner Ausschnitt um die Signalkanäle herum dazu führen könnte, dass der Abstand zwischen dem Zentrum eines bestimmten Signalkanals und dem Zentrum des ihn umgebenden Wellenleiterstichs größer als λ ist, können Totraumabschnitte strategisch innerhalb der Wellenleiterstichleitung platziert werden, um zu gewährleisten, dass der Abstand kleiner als λ ist. Jegliche geeignete Herstellungsweise kann verwendet werden, um die Wellenleiterstichleitungen basierend auf der gewünschten Implementierung und den Merkmalsgrößen zu erzeugen.

[0010] **Fig. 1A** veranschaulicht beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Unterseite 100A, die Halbleiterchip 105 beinhaltet, der an Package-Substrat 110 befestigt und in Formmasse 135 eingekapselt ist. Das Package-Substrat 110 ist mit einer Wellenleiterschnittstellenseite von PCB-Substrat 150 durch eine Anordnung von Lötkegeln 115 und 125 gekoppelt. Wellenleiter 160 einer 3D-Antenne ist mit der gegenüberliegenden sekundären Wellenleiterseite des PCB-Substrats 150 von dem Package-Substrat 110 gekoppelt. Signaleinkopplungen 120A-B sind mit PCB-Durchgangslöchern 155A-B und Wellenleiteröffnungen 130A-B des Wellenleiters 160 ausgerichtet. Das BGA beinhaltet offene Räume über den Signaleinkopplungen 120A-B ohne Lötkegeln.

[0011] Die Lötkegeln 125 um die Antenneneinkopplungen 120A-B herum sind geerdet, und wirken als wellenleitende Struktur zwischen den Signaleinkopplungen 120A-B und den PCB-Durchgangslöchern 155A-B. Die wellenleitenden Strukturen, die die Lötkegeln 125 umfassen, isolieren die Signalkanäle für die Signaleinkopplungen 120A-B, und verbessern die Impedanzanpassung zwischen den Signaleinkopplungen 120A-B und dem Wellenleiter 160. Die Lötkegeln 125 verringern auch die Einfügedämpfung zwischen den Signaleinkopplungen 120A-B und den Wellenleiteröffnungen 130A-B des Wellenleiters

160. Jedoch erhöht die Abhängigkeit von BGA-Kugeln 125 und PCB-Durchgangslöchern 155A-B die Herstellungskomplexität, die Variabilität und die Kosten. Zusätzliche geerdete BGA-Kugeln 125 können erforderlich sein, was die Gesamt-Package-Größe und die Herstellungskosten erhöht. Außerdem kann es schwierig sein, eine Launch-on-Package-Anordnung auf der Unterseite auf einer Systemebene zu verwenden.

[0012] Fig. 1B veranschaulicht beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite 100B, die ähnlich der in **Fig. 1A** gezeigten Launch-on-Package-Anordnung auf der Unterseite 100A ist. Die Anordnung 100B beinhaltet einen Halbleiterchip 105, der an einem Gehäusesubstrat 110 befestigt ist, das durch eine Anordnung von Löt-Kugeln 115 mit einem PCB-Substrat 150 gekoppelt ist. Der Wellenleiter 160 einer 3D-Antenne ist mit dem PCB-Substrat 150 über und um das Package-Substrat 110 herum gekoppelt, getrennt von den Signaleinkopplungen 120A-C und dem Package-Substrat 110 durch Abstand d 185. Die Signaleinkopplungen 120A-C sind mit den Wellenleiteröffnungen 130A-C eines Wellenleiters 160 einer 3D-Antenne ausgerichtet.

[0013] Die Signaleinkopplung 120A sendet Signale an und/oder empfängt Signale von der Wellenleiteröffnung 130A. Jedoch kann der Spalt 185 des Abstands d Feldverlustpfad 180 zwischen der Signaleinkopplung 120A und der Signaleinkopplung 120B erzeugen, usw., sodass die Anordnung 100 aufgrund des hohen Feldverlusts durch den Pfad 180 eine schlechte Kanalisolation und Einfügungsdämpfung hat. Die Breite des Spalts 185 kann aufgrund von Herstellungstoleranzen variieren, wobei auch die Unzuverlässigkeit der Anordnung 100B erhöht wird.

[0014] Fig. 2 veranschaulicht beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite 200 mit Wellenleiterstichleitungen 270 in Wellenleiter 260 einer zugehörigen 3D-Antenne. Die Anordnung 200 ist ähnlich der in **Fig. 1B** gezeigten Anordnung 100B, und beinhaltet auch Wellenleiterstichleitungen 270A-D. Die Wellenleiterstichleitungen 270A-B schließen Wellenleiteröffnung 230A sandwichartig ein; die Wellenleiterstichleitungen 270B-C schließen Wellenleiteröffnung 230B sandwichartig ein; und die Wellenleiterstichleitungen 270C-D schließen Wellenleiteröffnung 230C sandwichartig ein. Die Wellenleiterstichleitungen 270A-D schließen die Wellenleiteröffnungen 230A-C in der in **Fig. 2** gezeigten Querschnittsansicht sandwichartig ein, in einer Draufsicht umgeben jedoch die Wellenleiterstichleitungen 270A-D die Wellenleiteröffnungen 230A-C.

[0015] Abstand d 280 von dem Zentrum der Wellenleiteröffnung 230A zu dem Zentrum der Wellenleiterstichleitung 270A ist kleiner als eine Wellenlänge

λ von Interesse. Die anderen Wellenleiterstichleitungen 270B-D haben einen ähnlichen Abstand von den Zentren der Wellenleiteröffnungen 230B-C. Höhe h 290 jeder Wellenleiterstichleitung 270A-D ist ungefähr $\lambda/4$. Die Wellenleiterstichleitungen 270A-D sind oben auf Spalt 285 platziert, der als Parallelplattenwellenleiter wirkt, und reflektieren Signale aufgrund von Diskontinuitäten mit hoher Impedanz. Die reflektierten Signale interferieren konstruktiv mit den Feldverlustsignalen zwischen den Signaleinkopplungen 220A-C in dem Spalt 285, wobei die Einfügungsdämpfung verbessert und der Verlust zwischen benachbarten Signalkanälen reduziert wird.

[0016] Der Abstand d 280 und die Höhe h 290 der Wellenleiterstichleitungen 270A-D in dem Wellenleiter 260 können auf die Frequenz und Wellenlänge λ des Signals von Interesse zugeschnitten werden. In einigen Implementierungen für Millimeterwellensignale kann die Höhe h 290, die ungefähr $\lambda/4$ ist, in der Größenordnung von mehreren hundert Mikrometern liegen. Die geeignete Herstellungsweise für den Wellenleiter 260 und die Wellenleiterstichleitungen 270A-D kann basierend auf der bestimmten Implementierung und der gewünschten Merkmalsgröße für die Wellenlänge von Interesse gewählt werden.

[0017] Die **Fig. 3A-C** veranschaulichen beispielhafte Launch-on-Package-Anordnungen auf der Oberseite 300 mit Wellenleiterstichleitungen 370 in einem Substrat des Package. Die Anordnung 300 ist ähnlich der in **Fig. 2** gezeigten Anordnung 200, aber die Wellenleiterstichleitungen 370 sind in Substrat 310 anstatt in Wellenleiter 360 angeordnet. In **Fig. 3A** sind die Wellenleiterstichleitungen 370 vertikal in dem Substrat 310 platziert. Das Platzieren der Wellenleiterstichleitungen 370 in dem Substrat 310 anstatt in dem Wellenleiter 360 ermöglicht, dass die 3D-Antenne, die den Wellenleiter 360 beinhaltet, ohne Rücksicht auf die Notwendigkeit von Wellenleiterstichleitungen 370 ausgewählt oder geändert werden kann. Ähnlich wie bei den Wellenleiterstichleitungen 270A-D ist Abstand d 380 von dem Zentrum von jeweiliger Wellenleiteröffnung 330 zu dem Zentrum der jeweiligen Wellenleiterstichleitung 370 kleiner als eine Wellenlänge λ von Interesse, und Höhe h 390 jeder Wellenleiterstichleitung 370 ist ungefähr $\lambda/4$.

[0018] Das Einschließen der Wellenleiterstichleitung 370 in das Substrat 310 bewirkt, dass das Substrat 310 mindestens so dick ist wie die Höhe h 390, die dicker sein kann, als wenn das Substrat 310 die Wellenleiterstichleitung 370 nicht beinhalten würde. In **Fig. 3B** sind die Wellenleiterstichleitungen 370 L-förmig und in dem Substrat 310 enthalten. Jede L-förmige Wellenleiterstichleitung 370 in der Anordnung 300B hat eine Gesamttiefe h 390, die ungefähr $\lambda/4$ beträgt, aufgeteilt zwischen den zwei Armen der L-Form. **Fig. 3C** zeigt die Wellenleiterstichleitung

370D detaillierter, die Gesamttiefe h 390 ist in h_1 394 des vertikalen Arms und h_2 398 des horizontalen Arms unterteilt. Die Länge h_1 394 und die Länge h_2 398 summieren sich zu der Gesamttiefe h 390. Die notwendige Dicke des Substrats 310 wird von der Höhe 390 in der Anordnung 300A in **Fig. 3A** auf die Teillänge h_1 394 verringert. Die geeignete Herstellungsweise für das Substrat 310 und die Wellenleiterstichleitungen 370A-D kann basierend auf der bestimmten Implementierung und der gewünschten Merkmalsgröße für die Wellenlänge von Interesse gewählt werden.

[0019] **Fig. 4** veranschaulicht beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Unterseite 400 mit Wellenleiterstichleitungen 470 in Leiterplatte 450, an der die Baugruppe befestigt ist. Die Anordnung 400 ist ähnlich der in **Fig. 1A** gezeigten Baugruppe 100A, und beinhaltet auch Wellenleiterstichleitungen 470A-D. Die Wellenleiterstichleitungen 470A-B schließen Wellenleiteröffnung 430A sandwichartig ein; die Wellenleiterstichleitungen 470B-C schließen Wellenleiteröffnung 430B sandwichartig ein; und die Wellenleiterstichleitungen 470C-D schließen Wellenleiteröffnung 430C sandwichartig ein. Die Wellenleiterstichleitungen 470A-D schließen die Wellenleiteröffnungen 430A-C in der in **Fig. 4** gezeigten Querschnittsansicht sandwichartig ein, in einer Draufsicht umgeben jedoch die Wellenleiterstichleitungen 470A-D die Wellenleiteröffnungen 430A-C.

[0020] Ähnlich wie bei den Wellenleiterstichleitungen 270A-D und 370A-D ist Abstand d 480 von dem Zentrum der jeweiligen Wellenleiteröffnung 430 zu dem Zentrum der jeweiligen Wellenleiterstichleitung 470 kleiner als eine Wellenlänge λ von Interesse, und Höhe h 490 jeder Wellenleiterstichleitung 470 ist ungefähr $\lambda/4$. Das Einschließen der Wellenleiterstichleitungen 470 in das PCB 450 reduziert die notwendige Dicke von Substrat 410, und ermöglicht, dass die Wellenleiterstichleitungen in Anordnungen auf der Unterseite sowie in Anordnungen auf der Oberseite verwendet werden. Die geeignete Herstellungsweise für das PCB 450 und die Wellenleiterstichleitungen 470A-D kann basierend auf der bestimmten Implementierung und der gewünschten Merkmalsgröße für die Wellenlänge von Interesse gewählt werden.

[0021] **Fig. 5** veranschaulicht eine perspektivische Durchsicht von beispielhafter Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite 500 mit Wellenleiterstichleitungsstruktur 570 in Wellenleiter 560 einer zugehörigen 3D-Antenne, ähnlich den Wellenleiterstichleitungen 270 in dem in **Fig. 2** gezeigten Wellenleiter 260. Die perspektivische Ansicht der Anordnung 500 zeigt die der 3D-Antenne zugewandte Seite des Wellenleiters 560 und eine perspektivische Durchsicht, die veranschaulicht, dass die Wellenleiterstichleitungsstruktur 570 Wellenleiteröffnungen

530A-G umgibt. Jegliche Anzahl oder Form von Signaleinkopplungen auf Substrat 510 und die entsprechenden Wellenleiteröffnungen 530A-G können durch die Wellenleiterstichleitungsstruktur 570 umgeben sein. Die Wellenleiterstichleitungsstruktur 570, die jede Wellenleiteröffnung 530 umgibt, kann sich zu einem einzelnen Ausschnittsabschnitt zusammenfügen, sodass die Signaleinkopplungen und Wellenleiteröffnungen 530 nahe beieinander platziert werden können, und die Kanalplatzierung in der Baugruppe 500 weiter verdichtet werden kann.

[0022] Wie in dem in **Fig. 2** gezeigten Querschnitt des in Wellenleiters 260 gezeigt, muss sich die Tiefe der Wellenleiterstichleitungsstruktur 570 nicht vollständig von der dem IC zugewandten Seite des Wellenleiters 560 zu der der 3D-Antenne zugewandten Seite erstrecken. Spalt 585 wirkt als ein Parallelplattenwellenleiter zwischen den Signaleinkopplungen, und verursacht einen Signalverlust zwischen den Kanälen. Um dem Signalverlust durch den Spalt 585 entgegenzuwirken, reflektiert die Wellenleiterstichleitungsstruktur 570, die jede Wellenleiteröffnung 530 umgibt, den Signalverlust, und die reflektierten Signale interferieren konstruktiv mit dem Signalverlust, um die Kanalisolation zu verbessern. Konstruktive Interferenz zwischen dem reflektierten Signal von der Wellenleiterstichleitungsstruktur 570 und dem Signalverlust durch den Spalt 585 reduziert die Menge des Signalverlusts, der die benachbarten Kanäle erreicht, stark.

[0023] Die **Fig. 6A-C** veranschaulichen Graphen von Kanalisolation, Einfügedämpfung und Rückflusdämpfung für die in **Fig. 5** gezeigte beispielhafte Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite 500. Die Graphen von Kanalisolation, Einfügedämpfung und Rückflusdämpfung sind nur zu Demonstrationszwecken eingefügt, und stellen nicht notwendigerweise eine optimierte Baugruppe dar. Ferner entsprechen die Graphen der Kanalisolation, der Einfügedämpfung und der Rückflusdämpfung einer bestimmten Implementierung für bestimmte Parameter; andere Implementierungen mit anderen Parametern erfahren eine unterschiedliche Kanalisolation, Einfügedämpfung und Rückflusdämpfung.

[0024] **Fig. 6A** zeigt einen Graphen von Kanalisolation 600A für die Anordnung 500 mit Wellenleiterstichleitungen 570 und Kanalisolation 650A für eine ähnliche Anordnung ohne Wellenleiterstichleitungen. Die Kanalisolation 600A ist ungefähr zwanzig Dezibel (dB) besser als die Kanalisolation 650A bei den Frequenzen von Interesse, gekennzeichnet durch Frequenz A, Frequenz B und Frequenz C. **Fig. 6B** zeigt einen Graphen von Einfügedämpfung 600B für die Anordnung 500 mit Wellenleiterstichleitungen 570 und Einfügedämpfung 650B für eine ähnliche Anordnung ohne Wellenleiterstichleitungen.

Die Einfügungsdämpfung 600B ist ungefähr zwei dB besser als die Einfügungsdämpfung 650B bei den Frequenzen von Interesse.

[0025] Fig. 6C zeigt einen Graphen der Rückflussdämpfung, der die Rückflussdämpfung 600C bei der Signaleinkopplung 520 mit der Rückflussdämpfung 610 an der Wellenleiteröffnung 530 mit einer Wellenleiterstichleitung 570 und die Rückflussdämpfung 650C bei der Signaleinkopplung mit der Rückflussdämpfung 660 an der Wellenleiteröffnung ohne Wellenleiterstichleitung vergleicht. Die Wellenleiterstichleitung 570 verbessert die Rückflussdämpfung der Anordnung 500 auf mehr als sechzehn dB, verglichen mit einer Rückflussdämpfung von ungefähr elf dB für die ähnliche Anordnung ohne Wellenleiterstichleitungen. Die Einbeziehung von Wellenleiterstichleitungen in einer Launch-on-Package-Anordnung verbessert die Einfügungsdämpfung und die Rückflussdämpfung sowie die Kanalisolation.

[0026] Die **Fig. 7A-D** veranschaulichen Draufsichten und Querschnittsansichten von beispielhafter Launch-on-Package-Anordnung auf der Oberseite 700 mit kreisförmigen Wellenleiterstichleitungen 770 in einem Wellenleiter einer zugehörigen 3D-Antenne, sowie eine Simulationsdarstellung eines Signals durch die Anordnung 700 und einen Graphen von Kanalisolation für die Anordnung 700. Kreisförmige Wellenleiteröffnungen 730 und die kreisförmigen Wellenleiterstichleitungen 770 in der Anordnung 700 veranschaulichen, dass jegliche Form von Signaleinkopplung, Wellenleiteröffnung und Wellenleiterstichleitung implementiert werden kann, solange die Zentren der Wellenleiterstichleitungen 770 Abstand d 780 von dem Zentrum der Wellenleiteröffnungen 730 haben. Der Abstand d 780 ist kleiner als eine Wellenlänge von Interesse λ .

[0027] Fig. 7A zeigt Querschnittsansicht 700A der Anordnung 700. Signaleinkopplungen 720A-B sind jeweils mit Wellenleiteröffnungen 730A-B ausgerichtet, und von den Wellenleiteröffnungen 730A-B durch Spalt 785 getrennt, der als ein Parallelplattenwellenleiter wirkt. Wellenleiterstichleitungen 770A-B haben Höhe h 790, die ungefähr $\lambda/4$ ist. **Fig. 7B** zeigt Draufsicht 700B der Anordnung 700. Die Wellenleiteröffnungen 730A-B sind jeweils durch eine Wellenleiterstichleitung 770A bzw. 770B umgeben. Die Zentren der Wellenleiterstichleitungen 770A-B haben einen Abstand d 780 von den Zentren der Wellenleiteröffnungen 730A-B.

[0028] Fig. 7C zeigt Simulationsdarstellung 700C eines Signals durch den Spalt 785, die Wellenleiteröffnungen 730A-B und die Wellenleiterstichleitungen 770A-B. Das Signal wird von der Einkopplung 720A durch die Wellenleiteröffnung 730A übertragen. Das reflektierte Signal von der Wellenleiterstichleitung 770A blockiert den Signalverlust von der Sig-

naleinkopplung 720A, sodass die Signaleinkopplung 720B und die Wellenleiteröffnung 730B stark verringerte Signalverluste und eine verbesserte Kanalisolation erfahren. **Fig. 7D** zeigt einen Graphen von Kanalisolationen 792, 794, 796 und 798 für vier Kanäle mit kreisförmigen Wellenleiteröffnungen 730 und kreisförmigen Wellenleiterstichleitungen 770. Die Kanalisolationen 792, 794, 796 und 798 sind größer als 120 dB.

[0029] Die **Fig. 8A-C** veranschaulichen Draufsichten und perspektivische Ansichten von Wellenleiter 800 mit Wellenleiterstichleitungsstruktur 870, sowie Simulationsdarstellung 800C eines Signals durch den Wellenleiter. Ähnlich wie bei den kreisförmigen Wellenleiteröffnungen 730 und den Wellenleiterstichleitungen 770, die in den **Fig. 7A-B** gezeigt sind, veranschaulichen rechteckige Wellenleiteröffnungen 830, dass jegliche Form von Signaleinkopplung, Wellenleiteröffnung und Wellenleiterstichleitung implementiert werden kann.

[0030] Fig. 8A zeigt Draufsicht 800A der dem IC zugewandten Seite des Wellenleiters 800. Wellenleiteröffnungen 830A-G legen die Stelle frei, durch die entsprechende Signaleinkopplung 820A-G ein Signal übertragen oder empfangen würde. Jede Wellenleiteröffnung 830 ist von dem Ausschnitt der Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 umgeben. Die kompakte Kanalplatzierung der Wellenleiteröffnungen 830A-G bewirkt, dass sich die einzelnen Wellenleiterstichleitungen um jede der Wellenleiteröffnungen herum verbinden, um eine Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 zu bilden. Totraumabschnitte 850 sind strategisch platzierte Höcker oder Raumfüller zwischen den Wellenleiteröffnungen 830A-G, um Platz in der Wellenleiterstichleitung 870 einzunehmen, sodass ein Zentrum der ausgeschnittenen Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 nicht größer als eine Wellenlänge λ von Interesse von dem Zentrum der nahegelegenen Wellenleiteröffnungen 830 ist.

[0031] Totraumabschnitt 850A nimmt Räume zwischen der Wellenleiteröffnung 830A und 830G ein, sodass Abstand d 880 zwischen dem Zentrum der Wellenleiteröffnung 830A und dem Zentrum des Abschnitts der Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 zwischen der Wellenleiteröffnung 830A und dem Totraumabschnitt 850A kleiner als λ ist. Die verbleibenden Totraumabschnitte 850B-F sind ähnlich platziert, um die ausgeschnittene Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 aufzubrechen, und den Abstand d 880 zwischen dem Zentrum der Wellenleiteröffnung 830 und dem Zentrum des benachbarten Abschnitts der Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 kleiner als λ zu halten. **Fig. 8B** zeigt perspektivische Ansicht 800B der dem IC zugewandten Seite des Wellenleiters 800 und veranschaulicht, dass Höhe h 890 der Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 ungefähr $\lambda/4$ ist. Die

Totraumabschnitte 850 brechen den Raum zwischen der ausgeschlittenen Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 auf.

[0032] Fig. 8C zeigt Simulationsdarstellung 800C eines Signals durch Spalt 885 zwischen dem Wellenleiter 800 und den Signaleinkopplungen 820, den Wellenleiteröffnungen 830A-G und der Wellenleiterstichleitungsstruktur 870. Das Signal wird von der Signaleinkopplung 820D durch die Wellenleiteröffnung 830D übertragen. Das reflektierte Signal von den Abschnitten der Wellenleiterstichleitungsstruktur 870 um die Wellenleiteröffnung 830D herum interferiert konstruktiv mit dem Signalverlust von der Signaleinkopplung 820D durch Spalt 895 zwischen der Signaleinkopplung 820D und dem Wellenleiter 800. Der Verlust, der an den benachbarten Wellenleiteröffnungen 830C und 830E erfahren wird, wird stark reduziert, sodass die entsprechenden Signaleinkopplungen 820C und 820E von der Signaleinkopplung 820D isoliert sind.

[0033] Der Begriff „koppeln“ wird über die gesamte Spezifikation hinweg verwendet. Der Begriff kann Verbindungen, Kommunikationen oder Signalpfade abdecken, die eine funktionale Beziehung ermöglichen, die mit der Beschreibung dieser Beschreibung übereinstimmt. Wenn zum Beispiel Gerät A ein Signal erzeugt, um Gerät B zu steuern, um eine Aktion auszuführen, wird in einem ersten Beispiel Gerät A mit Gerät B gekoppelt, oder in einem zweiten Beispiel wird Gerät A mit Gerät B durch die intervenierende Komponente C gekoppelt, wenn die intervenierende Komponente C die funktionale Beziehung zwischen Gerät A und Gerät B nicht wesentlich ändert, sodass Gerät B durch Gerät A über das durch Gerät A erzeugte Steuersignal gesteuert wird.

[0034] Innerhalb des Umfangs der Ansprüche sind Modifikationen in den beschriebenen Ausführungsformen möglich, und andere Ausführungsformen sind möglich.

Patentansprüche

1. Gerät, das Folgendes umfasst:
eine Leiterplatte (Printed Circuit Board - PCB);
ein Substrat, das an dem PCB befestigt ist und eine Signaleinkopplung auf einer Oberfläche des Substrats umfasst, die dazu ausgelegt ist, ein Signal auszusenden oder zu empfangen;
einen Chip mit integrierter Schaltung (Integrated Circuit - IC), der an dem Substrat befestigt ist;
eine Antenne, die eine Wellenleiteröffnung umfasst und an dem PCB befestigt ist, wobei die Signaleinkopplung und die Wellenleiteröffnung ausgerichtet sind, und einen Signalkanal umfassen; und
eine Wellenleiterstichleitung, die als eine Begrenzung um den Signalkanal herum angeordnet ist.

2. Gerät nach Anspruch 1, wobei die Wellenleiterstichleitung eine Höhe von $\lambda/4$ hat, wobei λ eine Wellenlänge des Signals darstellt.

3. Gerät nach Anspruch 1, wobei ein Zentrum der Wellenleiterstichleitung einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum des Signalkanals hat, wobei λ eine Wellenlänge des Signals darstellt.

4. Gerät nach Anspruch 1, wobei die Antenne ferner die Wellenleiterstichleitung umfasst, die als eine Begrenzung um die Wellenleiteröffnung herum angeordnet ist.

5. Gerät nach Anspruch 1, wobei das Substrat ferner die Wellenleiterstichleitung umfasst, die als eine Begrenzung um die Signaleinkopplung herum angeordnet ist.

6. Gerät nach Anspruch 5, wobei die Wellenleiterstichleitung in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats gerade in dem Substrat ist, und wobei eine Dicke des Substrats mindestens so dick ist wie eine Höhe der Wellenleiterstichleitung.

7. Gerät nach Anspruch 5, wobei:
die Wellenleiterstichleitung L-förmig ist, und einen ersten Arm umfasst, der in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats gerade in dem Substrat ist, und eine erste Höhe und einen zweiten Arm hat, der lotrecht zu dem ersten Arm angeordnet ist und eine zweite Höhe hat;
eine Summe der ersten und zweiten Höhe $\lambda/4$ ist;
 λ eine Wellenlänge des Signals darstellt; und
eine Dicke des Substrats mindestens so dick ist wie die erste Höhe.

8. Gerät nach Anspruch 1, wobei:
das PCB ferner die Wellenleiterstichleitung und einen Durchgangslochhohlraum von einer ersten Oberfläche des PCB zu einer zweiten Oberfläche der PCB gegenüber der ersten Oberfläche umfasst; die Wellenleiterstichleitung als eine Begrenzung um den Durchgangslochhohlraum herum angeordnet ist; und
die Oberfläche des Substrats an der ersten Oberfläche des PCB befestigt ist, und die Antenne an der zweiten Oberfläche des PCB befestigt ist, sodass die Signaleinkopplung, der Durchgangslochhohlraum und die Wellenleiteröffnung ausgerichtet sind.

9. Gerät nach Anspruch 1, wobei die Signaleinkopplung eine erste Signaleinkopplung ist, das Signal ein erstes Signal ist, die Wellenleiteröffnung eine erste Wellenleiteröffnung ist, der Signalkanal ein erster Signalkanal ist, und die Wellenleiterstichleitung eine erste Wellenleiterstichleitung ist, wobei das Gerät ferner Folgendes umfasst:
eine zweite Signaleinkopplung auf der Oberfläche

des Substrats, die dazu ausgelegt ist, ein zweites Signal auszusenden oder zu empfangen;
eine zweite Wellenleiteröffnung in der Antenne, wobei die zweite Signaleinkopplung und die zweite Wellenleiteröffnung ausgerichtet sind, und einen zweiten Signalkanal umfassen; und
eine zweite Wellenleiterstichleitung, die als eine Begrenzung um den zweiten Signalkanal herum angeordnet ist.

10. Gerät nach Anspruch 9, wobei der erste und zweite Signalkanal so angeordnet sind, dass die erste Wellenleiterstichleitung und die zweite Wellenleiterstichleitung eine Wellenleiterstichleitungsstruktur umfassen, ein Zentrum der Wellenleiterstichleitungsstruktur einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum des ersten Signalkanals hat, und den Abstand von weniger als λ von einem Zentrum des zweiten Signalkanals hat, und λ eine Wellenlänge des ersten und zweiten Signals darstellt.

11. Gerät nach Anspruch 9, wobei die erste Wellenleiterstichleitung und die zweite Wellenleiterstichleitung eine Wellenleiterstichleitungsstruktur umfassen, wobei das Gerät ferner einen Totraumabschnitt umfasst, der zwischen dem ersten und zweiten Signalkanal in der Wellenleiterstichleitungsstruktur angeordnet ist, sodass:
ein Zentrum des ersten Signalkanals einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum eines ersten Abschnitts der Wellenleiterstichleitungsstruktur zwischen dem ersten Signalkanal und dem Totraumabschnitt hat; und
ein Zentrum des zweiten Signalkanals den Abstand von weniger als λ von einem Zentrum eines zweiten Abschnitts der Wellenleiterstichleitungsstruktur zwischen dem zweiten Signalkanal und dem Totraumabschnitt hat, wobei λ eine Wellenlänge des ersten und zweiten Signals darstellt.

12. Leiterplatine (Printed Circuit Board - PCB), die Folgendes umfasst:
ein PCB-Substrat;
ein Package-Substrat, das an dem PCB befestigt ist, und eine Signaleinkopplung auf einer Oberfläche des Package-Substrats umfasst, die dazu ausgelegt ist, ein Signal auszusenden oder zu empfangen;
einen Chip mit integrierter Schaltung (IC), der an dem Package-Substrat befestigt ist;
einen Wellenleiter zu einer Antenne, wobei der Wellenleiter an dem PCB-Substrat über dem Package-Substrat befestigt ist, und eine Wellenleiteröffnung umfasst, der Wellenleiter von der Oberfläche des Package-Substrats durch einen Spalt getrennt ist, und die Wellenleiteröffnung und die Signaleinkopplung ausgerichtet sind;
einen Signalkanal zwischen der Signaleinkopplung und der Antenne, wobei der Signalkanal den Spalt und die Wellenleiteröffnung umfasst; und

eine Wellenleiterstichleitung, die als eine Begrenzung um den Signalkanal herum angeordnet ist.

13. PCB nach Anspruch 12, wobei der Wellenleiter ferner die Wellenleiterstichleitung umfasst, die als eine Begrenzung um die Wellenleiteröffnung herum angeordnet ist.

14. PCB nach Anspruch 12, wobei das Signal eine Wellenlänge λ hat, ein Zentrum der Wellenleiterstichleitung einen Abstand von weniger als λ von einem Zentrum des Signalkanals hat, und die Wellenleiterstichleitung eine Höhe von $\lambda/4$ hat.

15. PCB nach Anspruch 14, wobei das Package-Substrat ferner die Wellenleiterstichleitung umfasst, die als eine Begrenzung um die Signaleinkopplung herum angeordnet ist.

16. PCB nach Anspruch 15, wobei die Wellenleiterstichleitung in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Package-Substrats gerade in dem Package-Substrat ist, und eine Dicke des Package-Substrats mindestens so dick ist wie $\lambda/4$.

17. PCB nach Anspruch 15, wobei:
die Wellenleiterstichleitung L-förmig ist und einen ersten Arm umfasst, der in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Package-Substrats gerade in dem Package-Substrat ist, und eine erste Höhe und einen zweiten Arm hat, der lotrecht zu dem ersten Arm angeordnet ist, und eine zweite Höhe hat, wobei eine Summe der ersten und zweiten Höhe gleich $\lambda/4$ ist; und
eine Dicke des Package-Substrats mindestens so dick ist wie die erste Höhe.

18. Chip mit integrierter Schaltung (IC), der Folgendes umfasst:
eine Leiterplatine (Printed Circuit Board - PCB);
ein Substrat, das an dem PCB befestigt ist und eine Oberfläche hat, wobei das Substrat Folgendes umfasst:
eine erste Signaleinkopplung auf der Oberfläche, die dazu ausgelegt ist, ein erstes Signal auszusenden oder zu empfangen, und
eine zweite Signaleinkopplung auf der Oberfläche, die dazu ausgelegt ist, ein zweites Signal auszusenden oder zu empfangen;
einen IC-Chip, der an dem Substrat befestigt ist;
einen Wellenleiter zu einer Antenne, wobei:
der Wellenleiter eine erste Öffnung und eine zweite Öffnung umfasst,
der Wellenleiter an dem PCB befestigt ist, sodass die erste und die zweite Öffnung mit der ersten bzw. zweiten Signaleinkopplung ausgerichtet sind, die erste Signaleinkopplung und die erste Öffnung einen ersten Signalkanal umfassen,
die zweite Signaleinkopplung und die zweite Öffnung einen zweiten Signalkanal umfassen;

eine erste Wellenleiterstichleitung als eine Begrenzung um den ersten Signalkanal herum angeordnet ist; und
eine zweite Wellenleiterstichleitung als eine Begrenzung um den zweiten Signalkanal herum angeordnet ist.

eine Dicke des Substrats mindestens so dick ist wie die größere der ersten oder dritten Höhe.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

19. IC-Chip nach Anspruch 18, wobei der Wellenleiter ferner die erste Wellenleiterstichleitung umfasst, die als eine Begrenzung um die erste Öffnung herum angeordnet ist, und die zweite Wellenleiterstichleitung, die als eine Begrenzung um die zweite Öffnung herum angeordnet ist.

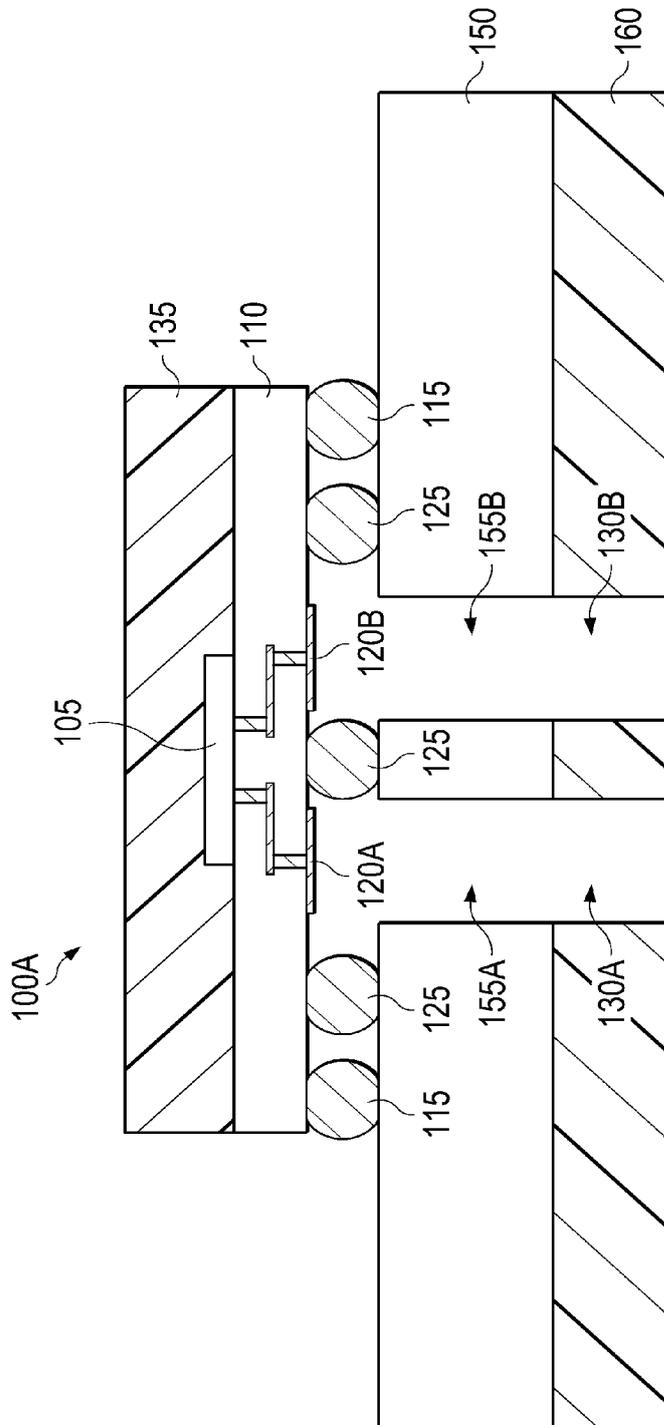
20. IC-Chip nach Anspruch 18, wobei das Substrat ferner die erste Wellenleiterstichleitung umfasst, die als eine Begrenzung um die erste Signaleinkopplung herum angeordnet ist, und die zweite Wellenleiterstichleitung, die als eine Begrenzung um die zweite Signaleinkopplung herum angeordnet ist.

21. IC-Chip nach Anspruch 20, wobei:
das erste Signal eine Wellenlänge (λ_1) hat;
das zweite Signal eine Wellenlänge (λ_2) hat;
die erste Wellenleiterstichleitung eine Höhe von $(\lambda_1)/4$ hat und so angeordnet ist, dass ein Zentrum der ersten Wellenleiterstichleitung einen Abstand kleiner als (11) von einem Zentrum des ersten Signalkanals hat; und
die zweite Wellenleiterstichleitung eine Höhe von $(\lambda_2)/4$ hat und so angeordnet ist, dass ein Zentrum der zweiten Wellenleiterstichleitung einen Abstand kleiner als (λ_2) von einem Zentrum des zweiten Signalkanals hat.

22. IC-Chip nach Anspruch 21, wobei die erste und zweite Wellenleiterstichleitung in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats gerade in dem Substrat sind, und eine Dicke des Substrats mindestens so dick ist wie die größere von $(\lambda_1)/4$ oder $(\lambda_2)/4$.

23. IC-Chip nach Anspruch 21, wobei:
die erste Wellenleiterstichleitung L-förmig ist und einen ersten Arm umfasst, der in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats gerade in dem Substrat ist, und eine erste Höhe und einen zweiten Arm hat, der lotrecht zu dem ersten Arm angeordnet ist, und eine zweite Höhe hat, wobei eine Summe der ersten und zweiten Höhe gleich $(\lambda_1)/4$ ist;
die zweite Wellenleiterstichleitung L-förmig ist und einen dritten Arm umfasst, der in einer Richtung senkrecht zu der Oberfläche des Substrats gerade in dem Substrat ist, und eine dritte Höhe und einen vierten Arm hat, der lotrecht zu dem dritten Arm angeordnet ist, und eine vierte Höhe hat, wobei eine Summe der dritten und vierten Höhe gleich $(\lambda_2)/4$ ist; und

Anhängende Zeichnungen



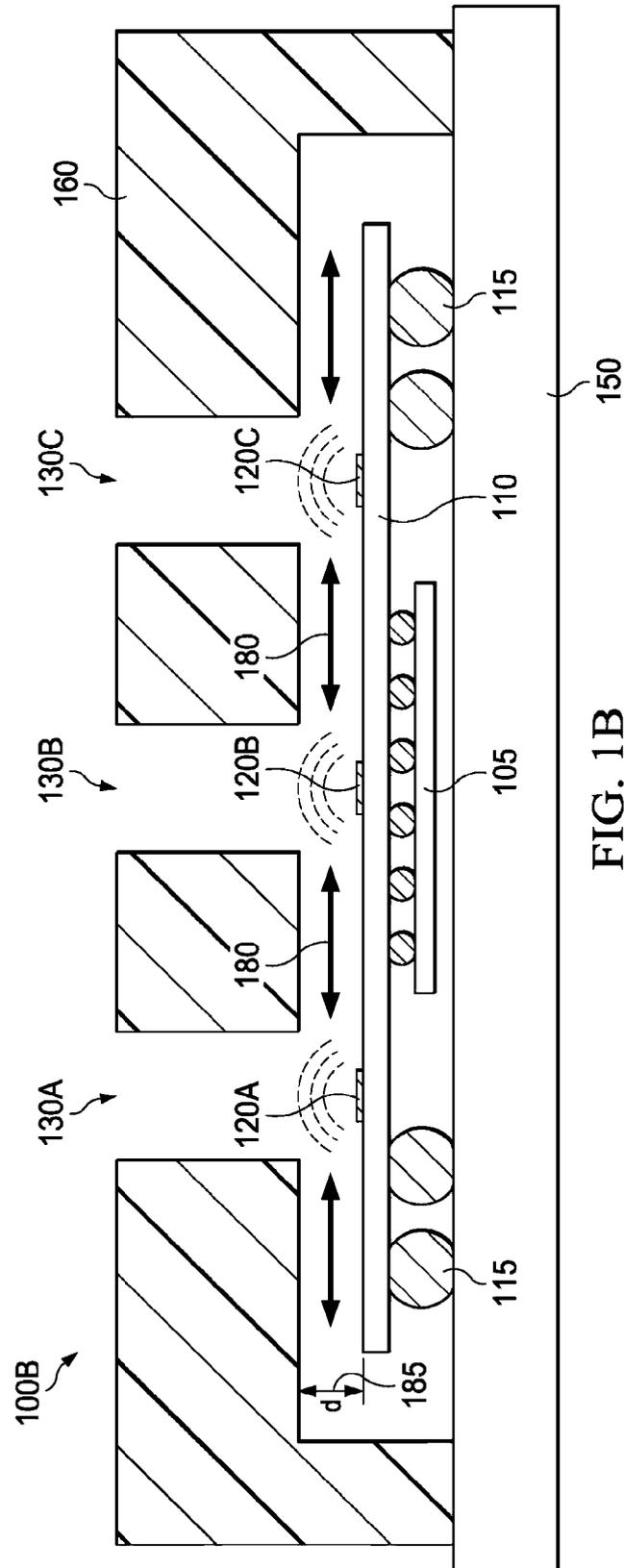


FIG. 1B

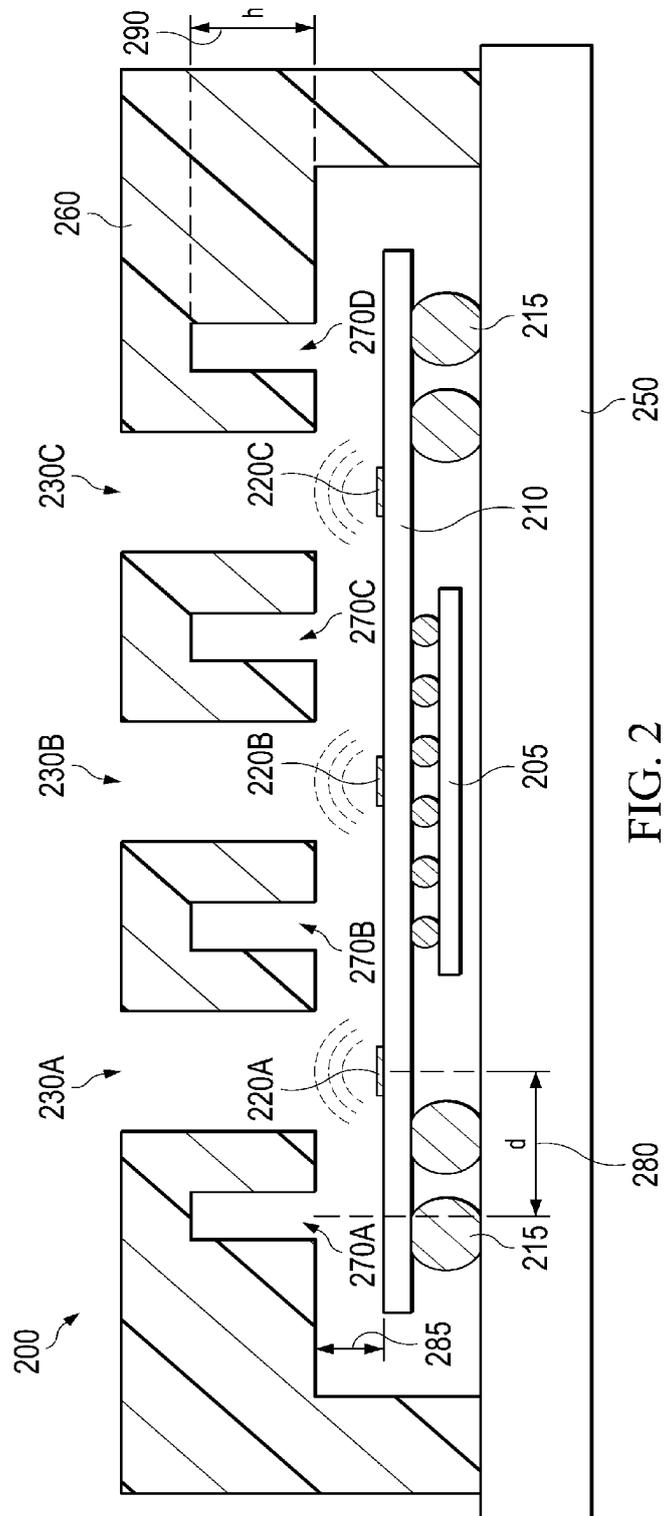


FIG. 2

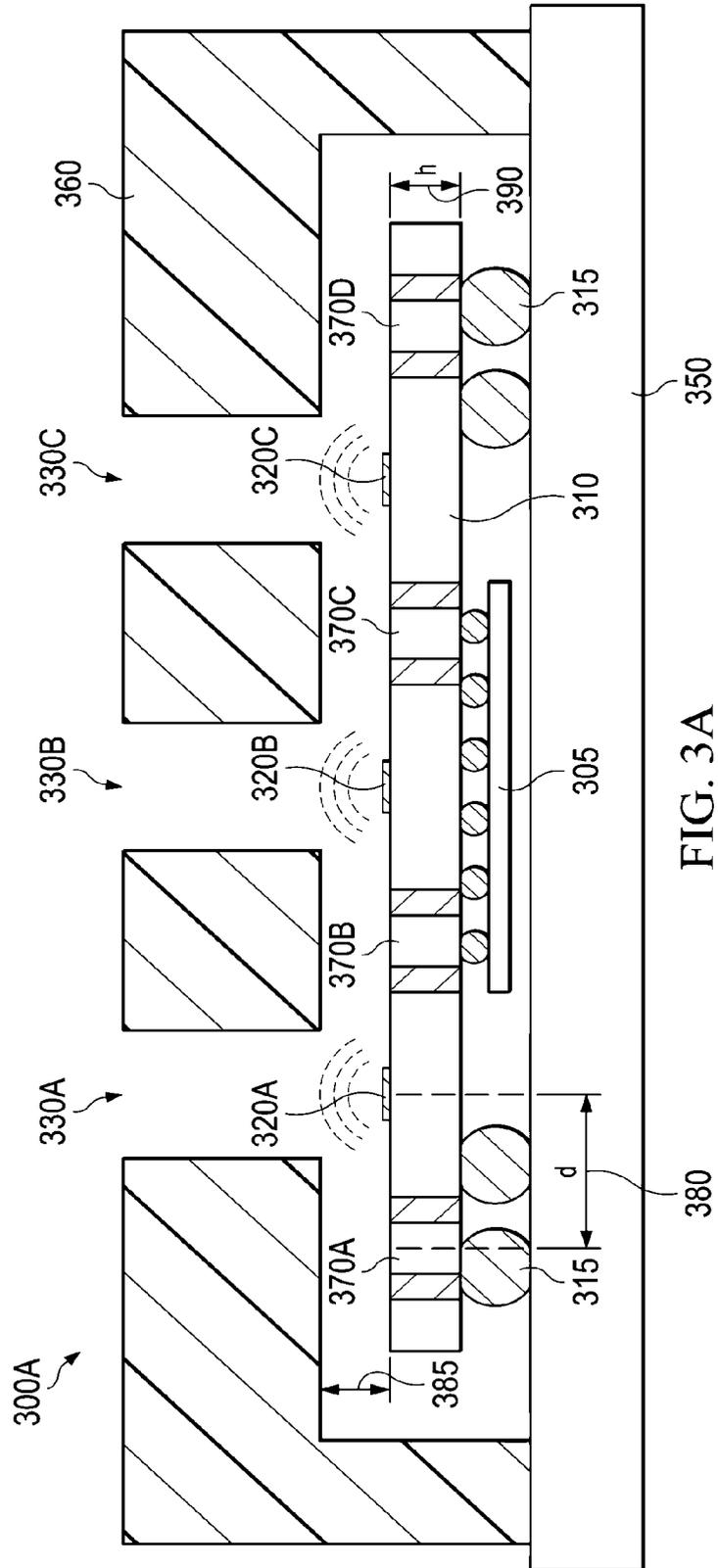


FIG. 3A

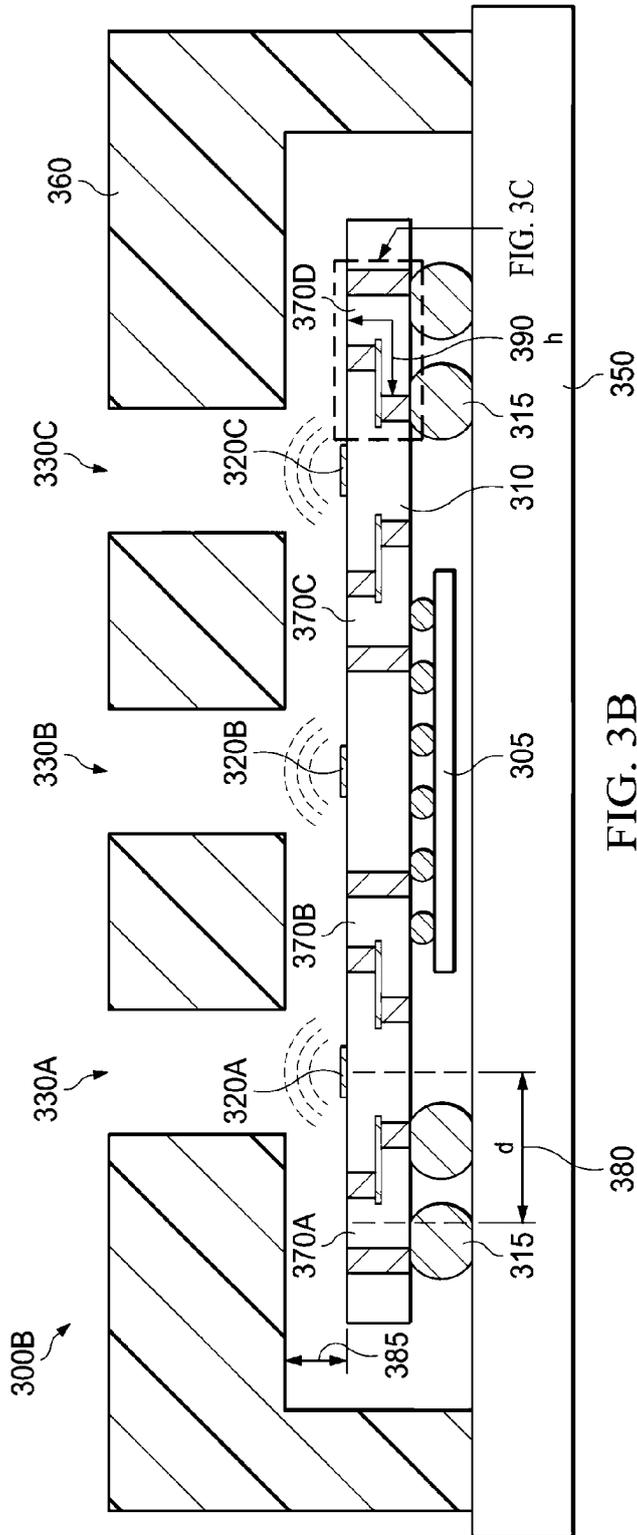


FIG. 3B

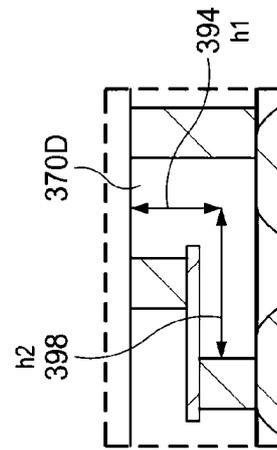


FIG. 3C

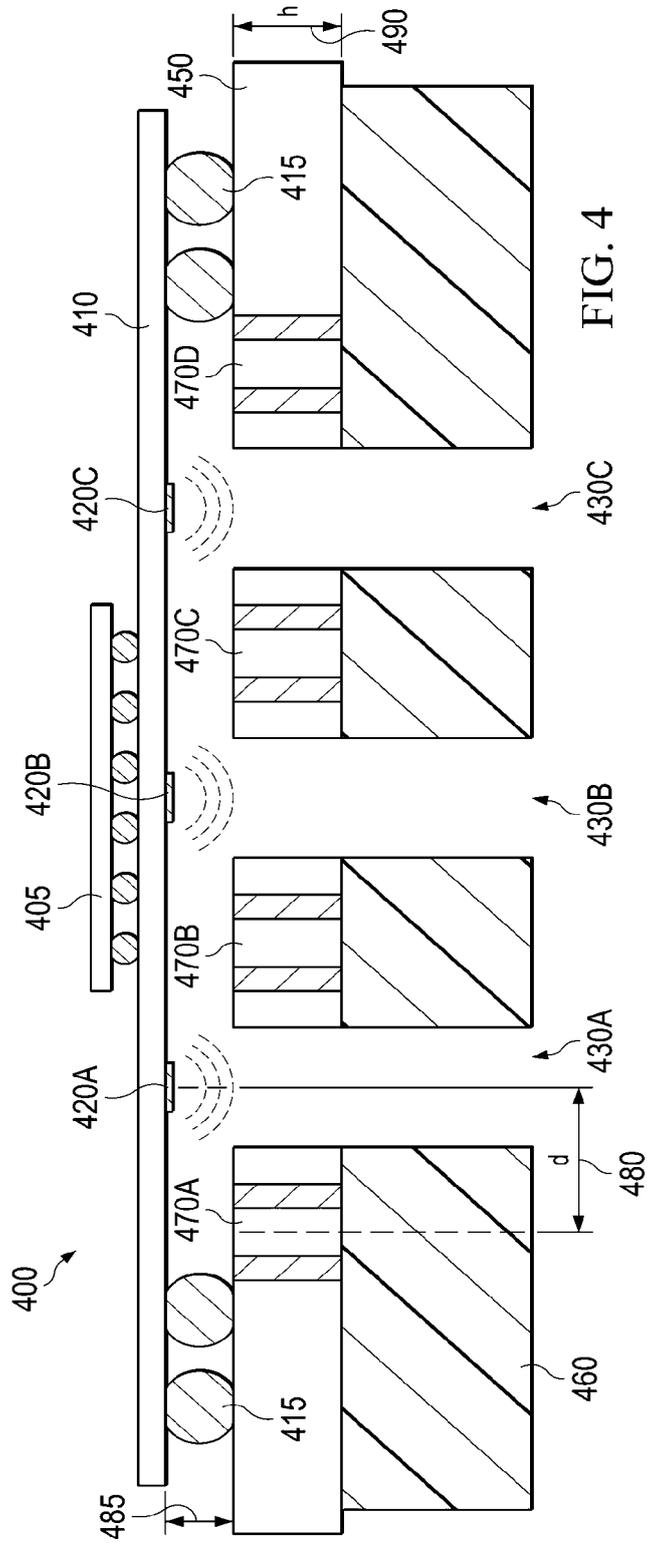


FIG. 4

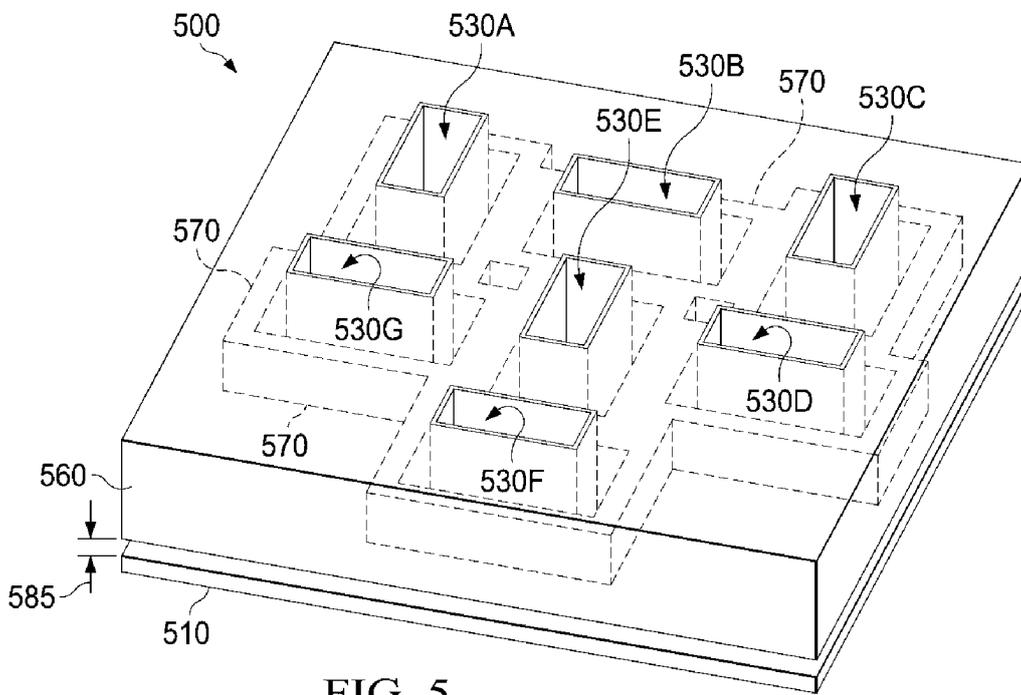
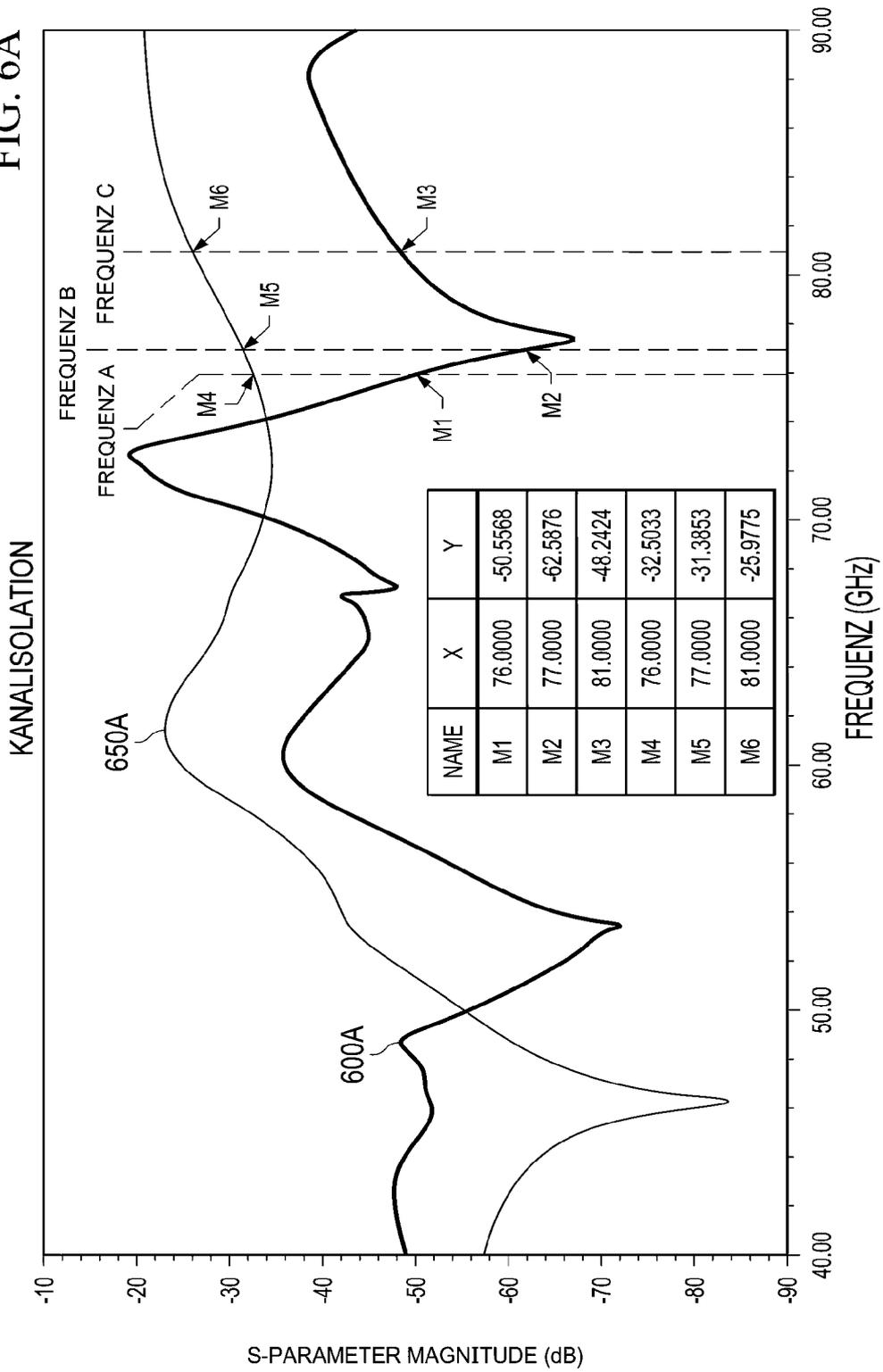
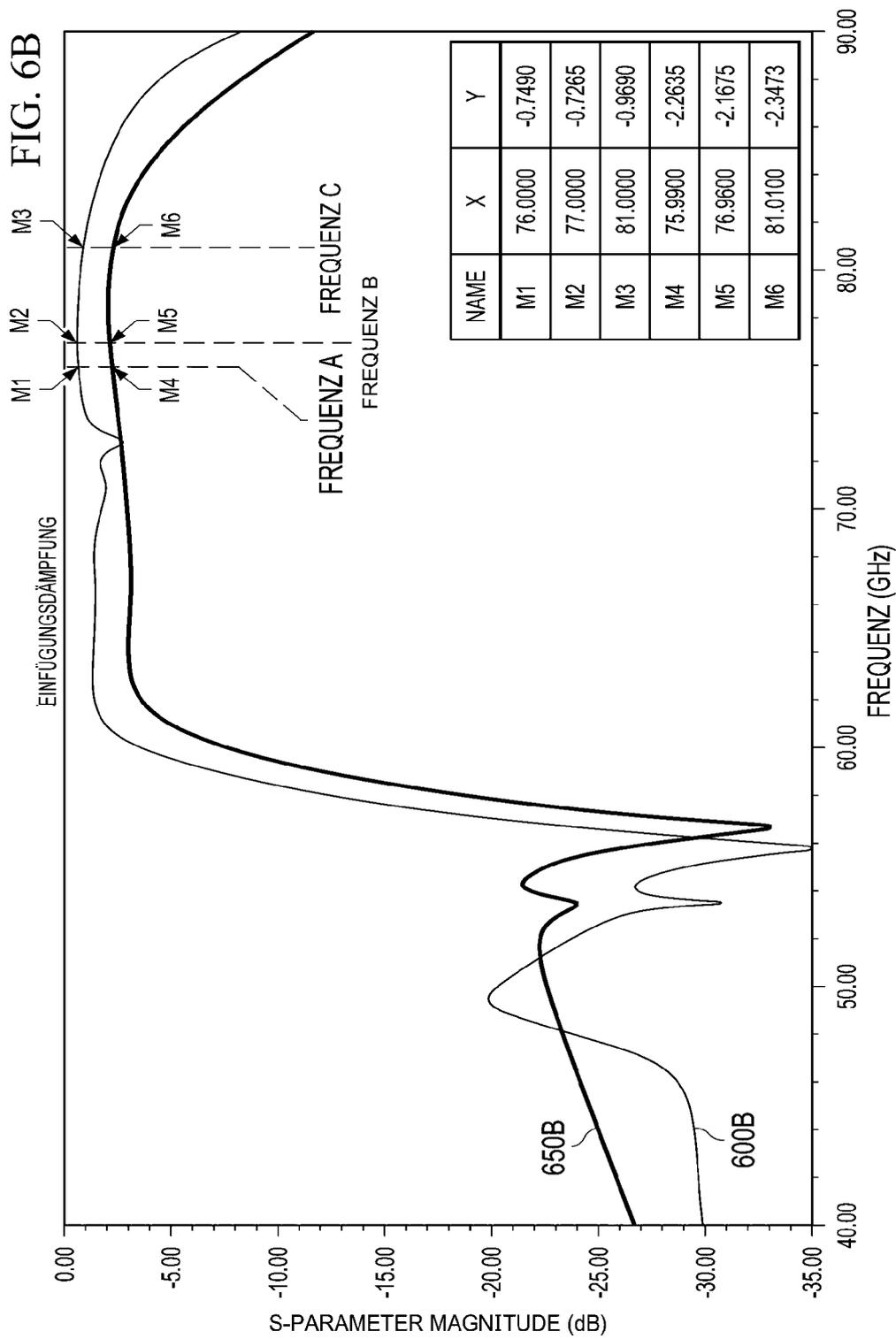
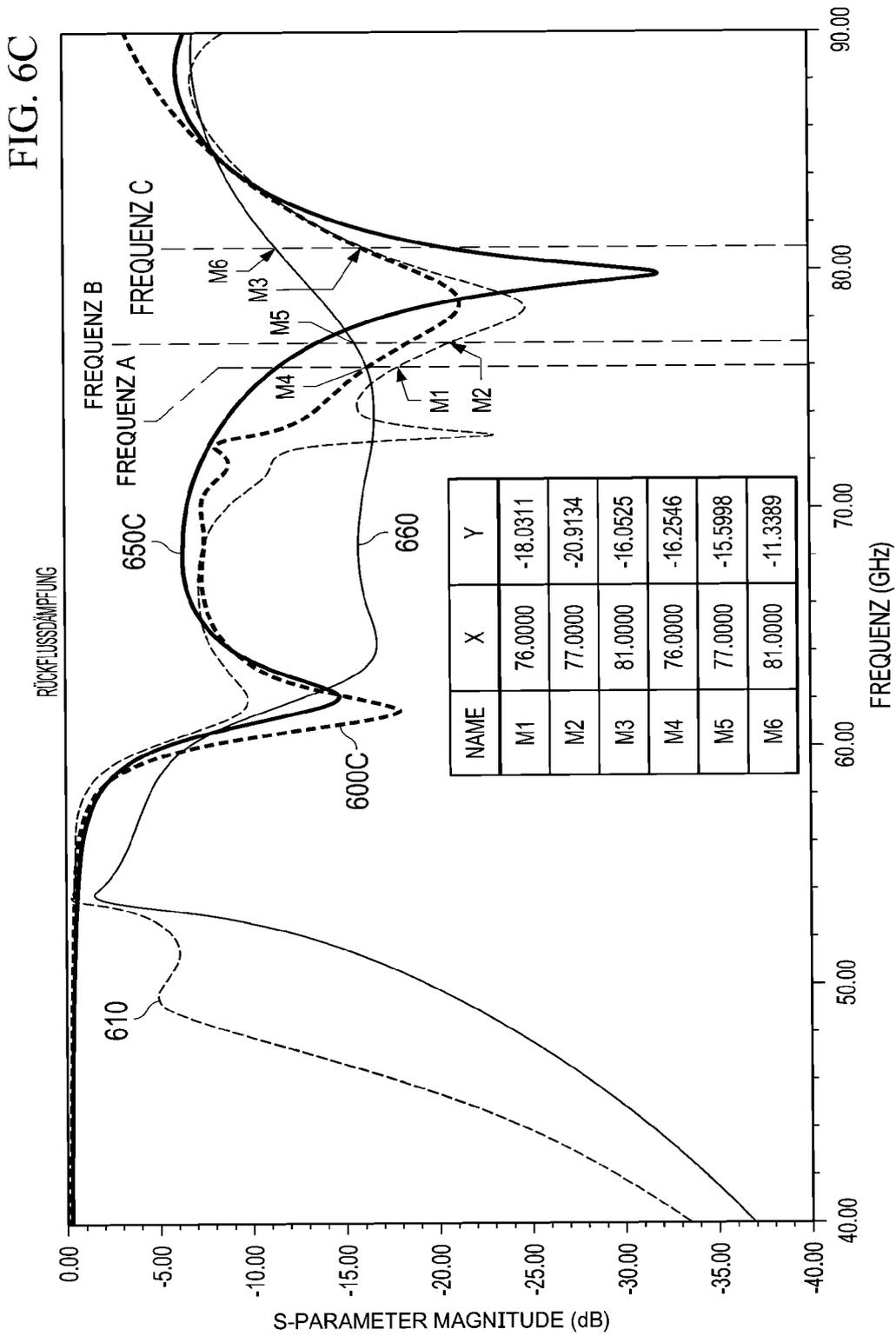


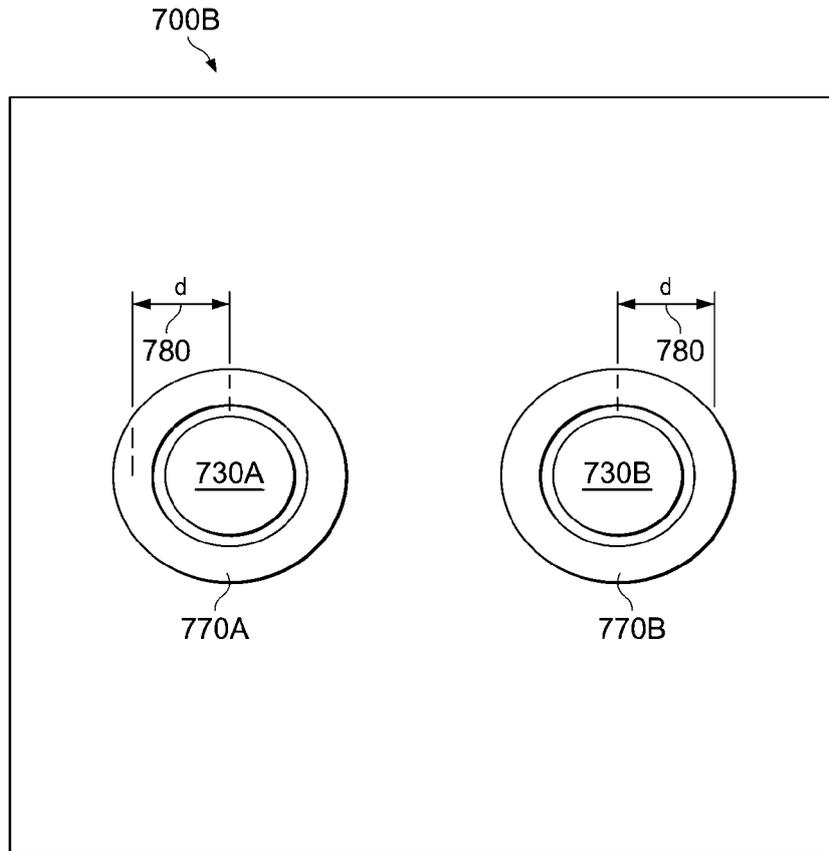
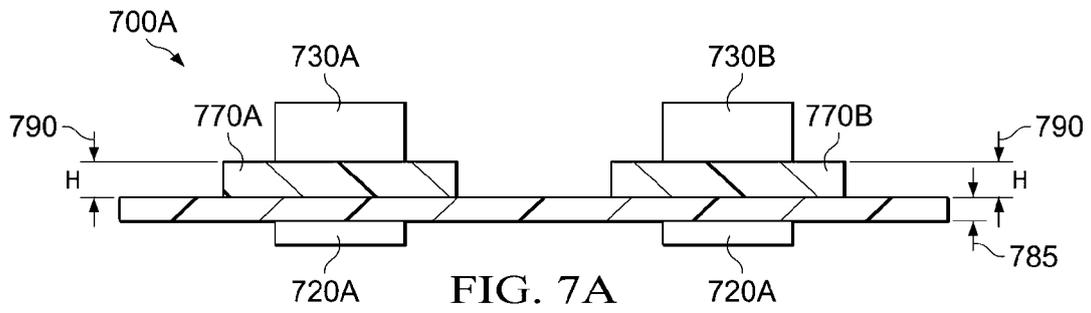
FIG. 5

FIG. 6A









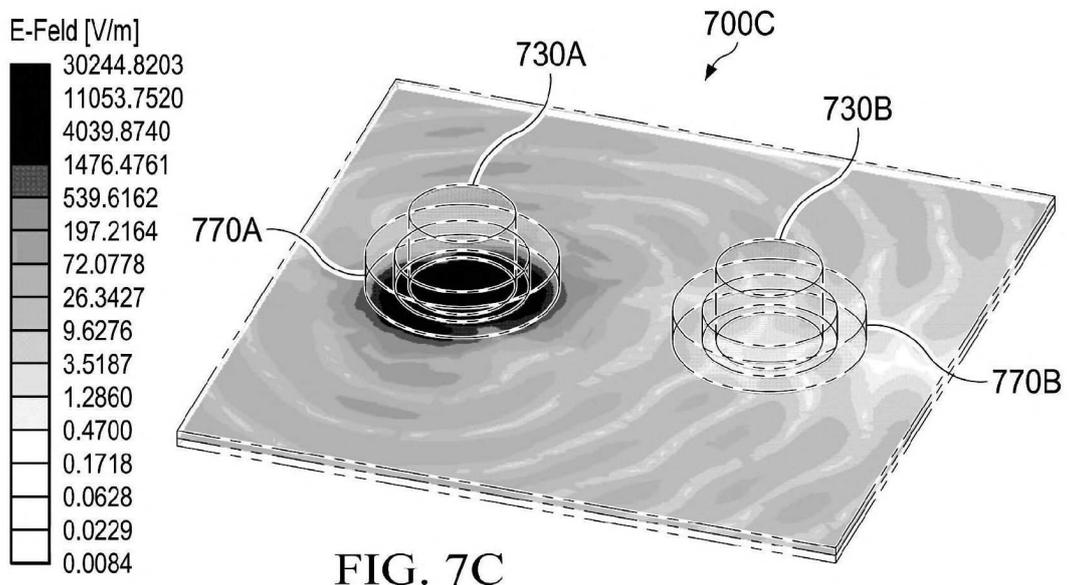
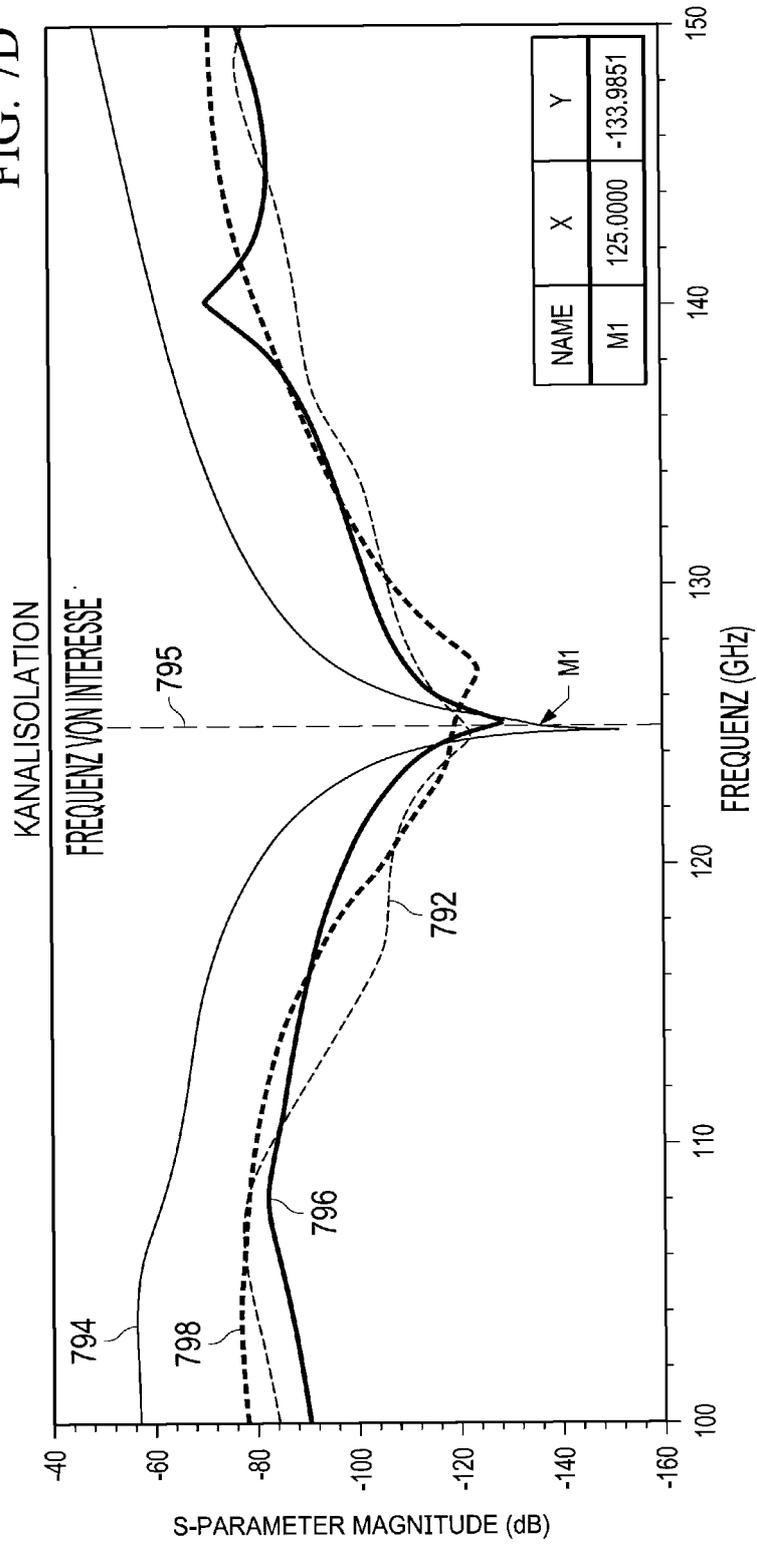
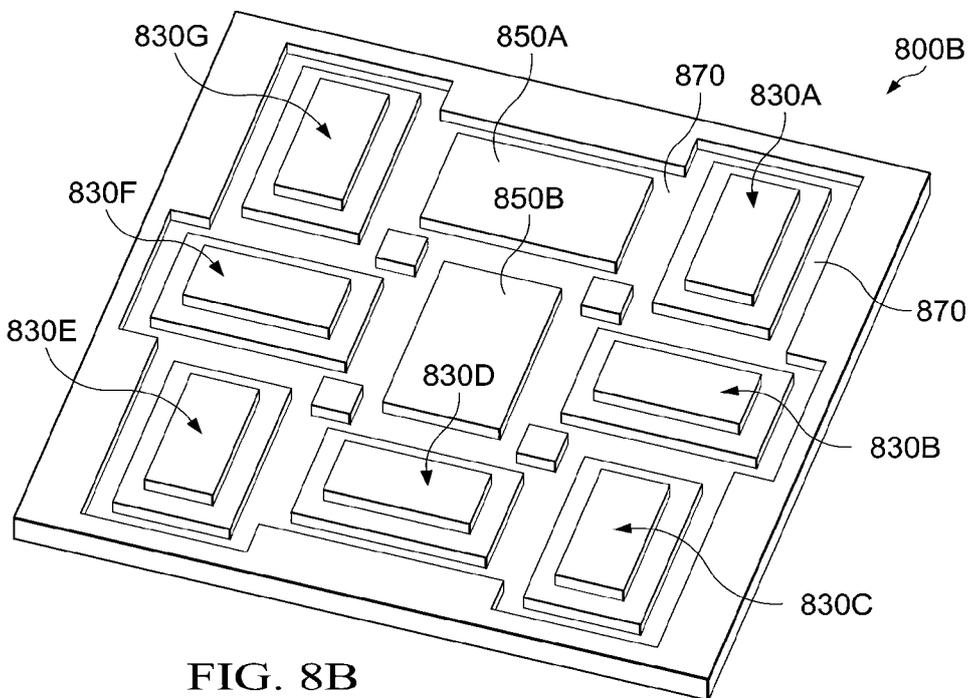
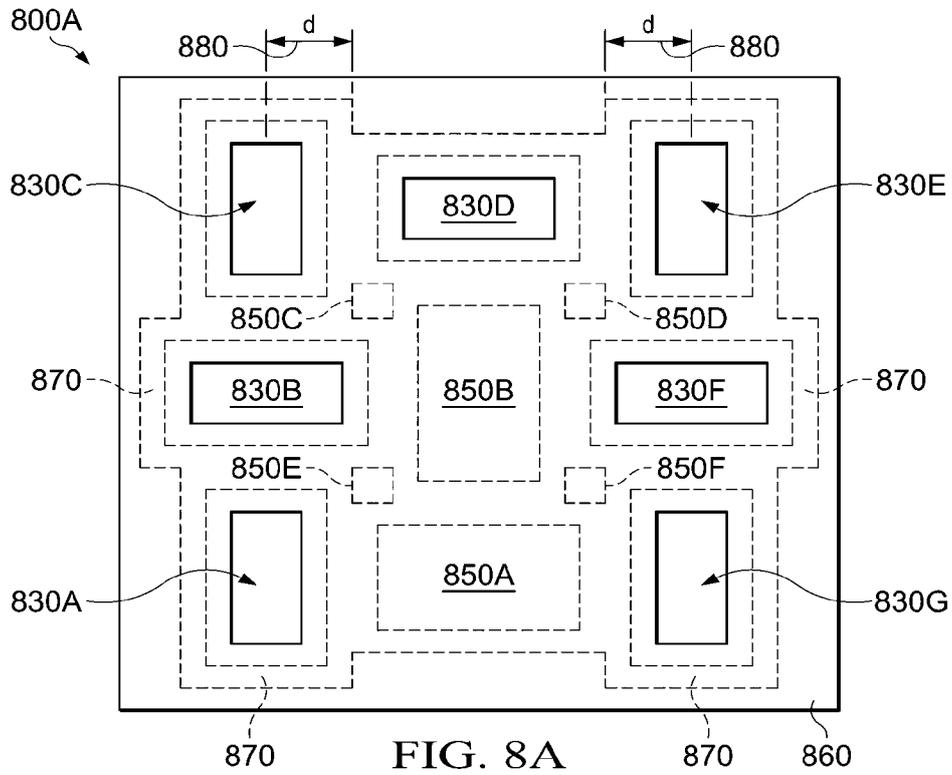


FIG. 7D





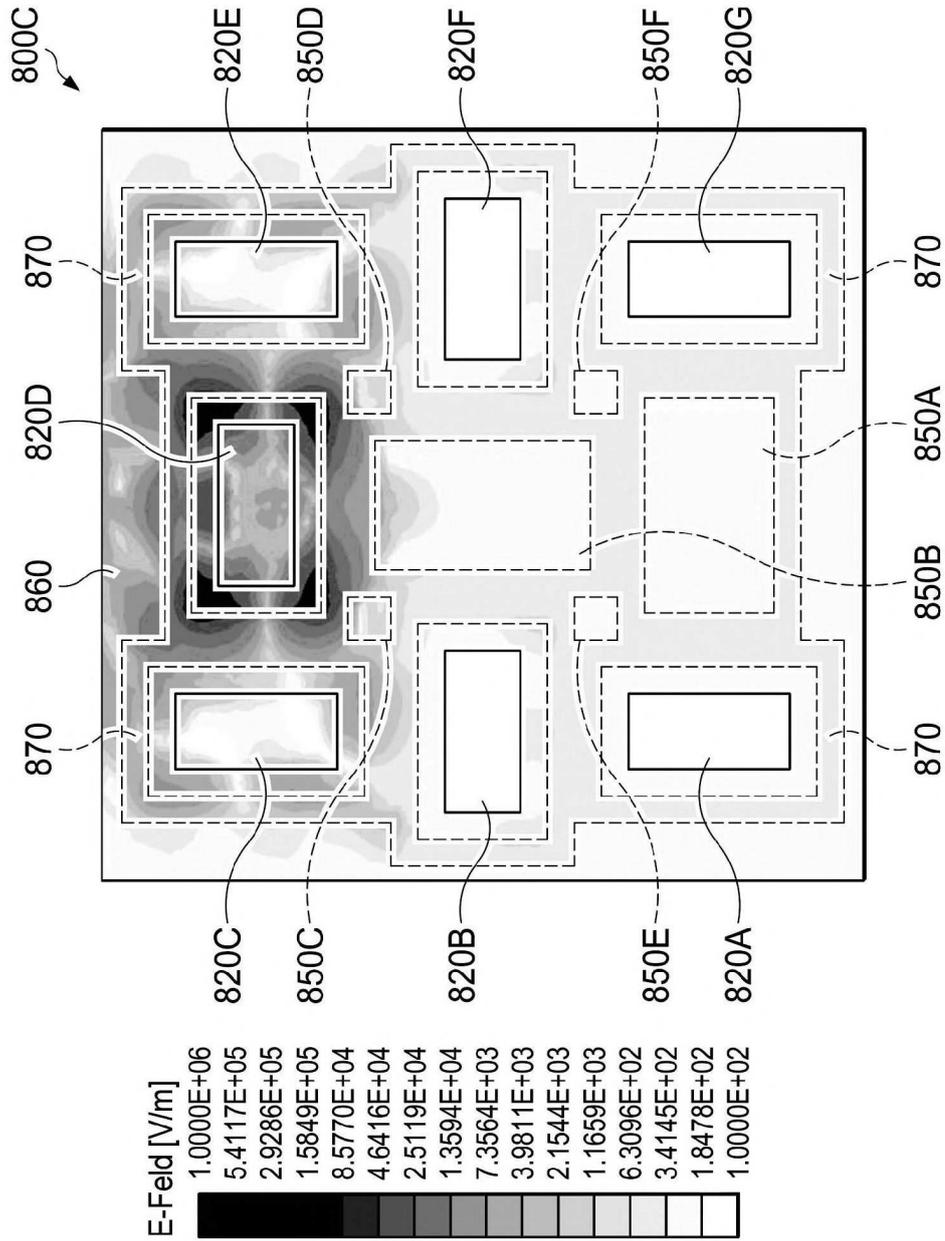


FIG. 8C