

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102021000000887
Data Deposito	19/01/2021
Data Pubblicazione	19/07/2022

Classifiche IPC

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	Q	1	32

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	Q	3	26

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	Q	9	42

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	Q	21	08

Titolo

Antenna direttiva, e veicolo comprendente una tale antenna direttiva

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale dal titolo:

"Antenna direttiva, e veicolo comprendente una tale antenna direttiva"

Di: ASK INDUSTRIES SOCIETA' PER AZIONI con sede a MONTE SAN VITO (AN),

Via dell'Industria 12, 14, 16

5 elettivamente domiciliata presso Cabinet Lavoix, piazza IV Novembre 7, 20124,
Milano

Inventori: Matteo Cerretelli, Andrea Notari, Paolo Facchini, Stefano Lenzi

10 La presente invenzione si riferisce in generale ad un'antenna direttiva, in particolare per un veicolo, e ad un veicolo comprendente una tale antenna direttiva.

L'antenna direttiva secondo la presente invenzione è specialmente adatta per l'impiego in veicoli, in particolare per realizzare comunicazioni del tipo V2X (Vehicle to Everything) operando preferibilmente alle frequenze nell'intorno dei
15 5.9Ghz, e verrà descritta nel seguito facendo riferimento a tali applicazioni senza per questo volerne in alcun modo limitare i possibili ambiti di applicazione.

Come noto, negli ultimi anni si sta assistendo alla commercializzazione di veicoli sempre più connessi che integrano molti servizi che vanno dall'intrattenimento, ad esempio radio e/o televisivo, all'assistenza alla guida,
20 tipicamente tramite navigatori satellitari.

A tal proposito, nell'ambito delle telecomunicazioni, relativamente ai veicoli si indica con V2V (Vehicle to Vehicle) la comunicazione tra veicoli, con V2I (Vehicle to Infrastructure) la comunicazione tra veicoli e infrastrutture, e con V2P (Vehicle to Pedestrian) la comunicazione tra veicoli e pedoni, e con l'acronimo V2X si intende
25 la comunicazione tra un veicolo e tutto ciò che può essere rilevante.

Per questo tipo di comunicazioni V2X, che possono svolgersi secondo diversi standard (IEEE802.11p o CV2X), è stata allocata internazionalmente una banda di frequenze nell'intorno dei 5.9GHz con piccole differenze a seconda dell'ente normatore.

5 Di conseguenza, si rende quindi necessario installare sui moderni veicoli antenne in grado di operare a questa frequenza.

Inoltre, visto il possibile utilizzo delle comunicazioni V2X per applicazioni anche relative alla sicurezza, è spesso necessario che le antenne presenti sul veicolo abbiano un raggio di copertura quanto più ampio ed adeguato possibile.

10 Questa copertura può essere ottenuta sia con una singola antenna che disponendo più antenne in diverse posizioni del veicolo. Infatti, essendo il veicolo stesso composto principalmente da parti metalliche che per loro natura interagiscono con le onde elettromagnetiche emesse dall'antenna, a seconda della
15 posizione di un'antenna il diagramma di irradiazione può essere diversamente deformato.

Ad esempio, in funzione della curvatura del tetto, un'antenna posizionata verso il retro di un'automobile può non essere in grado di irradiare potenza elettromagnetica verso il fronte dell'automobile stessa e per compensare questo
20 effetto è spesso necessario inserire una seconda antenna sul fronte dell'automobile, ad esempio in corrispondenza degli specchietti retrovisori.

Per rendere più efficienti le antenne posizionate nei differenti punti del veicolo, è possibile manipolare il diagramma di irradiazione delle stesse per evitare di disperdere potenza elettromagnetica in direzioni non di interesse, o, nel caso di un'antenna installata all'interno dell'automobile in posizioni quali ad esempio lo
25 specchietto retrovisore, per assicurarsi di trasmettere correttamente il campo

elettromagnetico verso la parte esterna del veicolo (in avanti e verso i lati) laddove è più probabile vi siano dispositivi con cui scambiare comunicazioni, e non verso i suoi occupanti (retro).

5 A tal proposito, in commercio sono presenti delle antenne che, per ottenere la deformazione desiderata del pattern di irradiazione, utilizzano un solo elemento radiante combinato con l'effetto direttivo di uno schermo di materiale conduttore posto a distanza controllata dall'elemento radiante stesso.

Le soluzioni ad oggi note, pur permettendo di ottenere risultati apprezzabili, sono suscettibili di ulteriori miglioramenti.

10 Ad esempio, l'utilizzo di più antenne installate in posizioni diverse di un veicolo influenzano negativamente i costi di produzione ed installazione.

D'altro canto, un'antenna accoppiata ad uno schermo presenta un controllo del diagramma di irradiazione non del tutto ottimale, in particolare per ciò che concerne la copertura degli angoli intermedi trasversali all'asse ideale che unisce la
15 direzione del massimo di radiazione alla direzione del minimo.

Pertanto, scopo principale della presente invenzione è quello di proporre un'antenna direttiva, in particolare per comunicazioni di tipo V2X, che rispetto alle soluzioni note permetta di migliorare il controllo del diagramma di irradiazione e sia di facile realizzazione.

20 All'interno di questo scopo principale, un altro scopo della presente invenzione è quello di fornire un'antenna direttiva che permetta di garantire una maggiore larghezza di banda rispetto alle soluzioni note, in particolare rispetto a quelle utilizzando un'antenna schermata.

Un ulteriore scopo della presente invenzione è quello di fornire una soluzione
25 di antenna direttiva che sia di facile realizzazione ed a costi relativamente contenuti,

e che possa essere facilmente installabile nei più svariati tipi di veicoli sia di tipo stradale, quali ad esempio automobili, autobus, veicoli commerciali di vario tipo, sia ferroviari quali ad esempio trams, treni, et cetera.

Questo scopo principale, nonché i sopracitati ulteriori scopi ed altri che
5 risulteranno maggiormente dalla descrizione seguente, sono raggiunti da un'antenna direttiva le cui caratteristiche sono definite nella rivendicazione 1.

Questo scopo principale, nonché i sopracitati ulteriori scopi, sono inoltre raggiunti da un veicolo caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un'antenna direttiva come di seguito descritta, ed in particolare come meglio definita dalle
10 rivendicazioni annesse.

Modi particolari di realizzazione formano oggetto delle rivendicazioni dipendenti, il cui contenuto è da intendersi come parte integrante della presente descrizione.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi dell'invenzione appariranno dalla
15 descrizione dettagliata che segue, effettuata a puro titolo di esempio non limitativo, con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

la figura 1 illustra schematicamente una possibile forma di realizzazione di un'antenna direttiva secondo la presente invenzione;

la figura 2 illustra schematicamente una possibile variante realizzativa
20 dell'antenna di figura 1;

le figure 3 e 4 illustrano schematicamente un'altra possibile forma di realizzazione di un'antenna direttiva secondo la presente invenzione;

la figura 5 illustra schematicamente un'ulteriore forma di realizzazione di un'antenna direttiva secondo la presente invenzione;

25 la figura 6 illustra il diagramma di irradiazione orizzontale ottenuto utilizzando

l'antenna di figure 3 e 4;

la figura 7 illustra il diagramma di irradiazione verticale ottenuto utilizzando l'antenna di figure 3 e 4;

la figura 8 illustra il coefficiente di riflessione ottenuto utilizzando l'antenna di figure 3 e 4;

la figura 9 illustra un possibile angolo di irradiazione orizzontale θ ottenibile utilizzando un'antenna direttiva secondo l'invenzione posizionata sul fronte di un veicolo;

la figura 10 illustra un possibile angolo di irradiazione verticale φ ottenibile utilizzando un'antenna direttiva secondo l'invenzione posizionata sul fronte di un veicolo.

Va notato che nella descrizione dettagliata che segue, componenti identici o simili, da un punto di vista strutturale e/o funzionale, possono avere gli stessi o diversi numeri di riferimento, indipendentemente dal fatto che siano mostrati in forme diverse di realizzazione della presente invenzione o in parti distinte.

Va anche notato che, al fine di descrivere chiaramente e in modo conciso la presente invenzione, i disegni potrebbero non essere necessariamente in scala e alcune caratteristiche della descrizione possono essere mostrate in una forma in qualche modo schematica.

Inoltre, quando il termine "adattato" o "organizzato" o "configurato" o "sagomato" o un termine simile viene utilizzato nel presente documento, facendo riferimento a qualsiasi componente nel suo insieme, o a qualsiasi parte di un componente o a una combinazione di componenti, si deve intendere che significa e comprende corrispondentemente la struttura e/o configurazione e/o forma e/o posizionamento.

In aggiunta, quando il termine "sostanziale" o "sostanzialmente" viene qui usato, deve essere inteso come comprendente una variazione attuale di più o meno il 5% rispetto a quanto indicato come valore o posizione di riferimento, e quando i termini "trasversale" o "trasversalmente" vengono qui utilizzati devono essere intesi
5 come comprendenti una direzione non parallela alla parte o alle parti di riferimento o direzione(i)/asse a cui si riferiscono, e la perpendicolarità è da considerarsi uno specifico caso di direzione trasversale.

Infine, nella descrizione e nelle rivendicazioni seguenti, i numerali ordinali primo, secondo, et cetera, verranno utilizzati per motivi di chiarezza illustrativa e in
10 nessun modo devono essere intesi come limitanti per qualsivoglia motivo; in particolare, l'indicazione ad esempio di un "primo valore..." o "prima distanza" non implica necessariamente la presenza o la stringente esigenza che ci sia un'ulteriore "seconda distanza", o un "secondo valore" o viceversa, a meno che tale presenza non sia chiaramente evidente per il corretto funzionamento delle forme di
15 realizzazione descritte, né che l'ordine debba essere quello esattamente nella sequenza descritta con riferimento alle forme di realizzazione esemplificative illustrate.

Le figure 1-5 illustrano schematicamente una possibile forma di realizzazione di un'antenna direttiva secondo l'invenzione, indicata globalmente dal numero di
20 riferimento 100.

L'antenna 100 secondo l'invenzione comprende una pluralità di elementi radianti, vale a dire almeno due, ed un circuito di alimentazione che è collegato agli elementi radianti ed è atto ad alimentarli opportunamente con un segnale di alimentazione da irradiare.

In particolare, secondo le modalità realizzative che risulteranno più in dettaglio dalla descrizione seguente, detti primo e secondo elemento radianti e detto circuito di alimentazione sono configurati e operativamente collegati tra loro in modo da generare un diagramma di irradiazione combinato che, su un piano orizzontale, presenta una riduzione di segnale in una direzione prescelta pari sostanzialmente ad un quarto di angolo giro ed un aumento distribuito in modo sostanzialmente uniforme nei restanti tre quarti dell'angolo giro.

In pratica, l'antenna 100 secondo l'invenzione permette, una volta prescelte le direzioni ove si vuole il massimo ed il minimo del segnale irradiato, ad esempio in avanti e rispettivamente dietro relativamente ad un veicolo su cui l'antenna 100 è installata, di allargare quanto più possibile il fascio irradiato verso le direzioni intermedie.

Più in dettaglio, come ad esempio illustrato nelle forme realizzative delle figure 1, 3, 4 e 5, l'antenna 100 comprende almeno:

- un primo elemento radiante 1 ed un secondo elemento radiante 2 disposti distanziati tra loro ad una predeterminata prima distanza D_1 ; ed
- un circuito o rete di alimentazione 5 che è collegato a ed è atto ad alimentare detti primo e secondo elementi radianti 1, 2 con un segnale di alimentazione da irradiare S_i .

In particolare, il circuito di alimentazione 5 è configurato in modo che il segnale da irradiare alimentato in ingresso al primo elemento radiante 1 sia sfasato nel tempo di un primo valore predefinito $\Delta\phi$ rispetto al medesimo segnale da irradiare alimentato in ingresso al secondo elemento radiante 2.

In una forma possibile di realizzazione dell'antenna direttiva 100 secondo l'invenzione, il circuito di alimentazione 5 è configurato in modo che il segnale

alimentato in ingresso al primo elemento radiante 1 sia sfasato nel tempo rispetto al segnale alimentato in ingresso al secondo elemento radiante 2 di un primo valore compreso fra trenta e centoventi gradi sessagesimali,

In particolare, secondo una possibile forma di realizzazione, il circuito di alimentazione 5 è convenientemente configurato in modo che il segnale alimentato in ingresso al primo elemento radiante 1 sia sfasato nel tempo rispetto al segnale alimentato in ingresso al secondo elemento radiante 2 di un primo valore compreso fra cinquanta e settanta gradi sessagesimali, preferibilmente pari a sessanta sessagesimali.

Utilmente, secondo una forma possibile di realizzazione illustrata nelle figure, il circuito di alimentazione 5 comprende almeno un elemento conduttore 5a avente un primo estremo 5b connesso al primo elemento radiante 1 ed un secondo estremo 5c connesso al secondo elemento radiante 2, detto almeno un elemento conduttore 5a avente, con riferimento alla frequenza operativa nominale dell'antenna 100, una lunghezza elettrica predefinita "d" misurata tra detti primo e secondo estremi 5b e 5c.

In pratica, il circuito di alimentazione 5 trasporta le onde elettromagnetiche in ingresso/uscita alla connessione 6, ad esempio da/verso l'elettronica di un veicolo su cui l'antenna 100 è installata, indicato nelle figure 9 e 10 dal numero di riferimento 200. In particolare, nel caso di un'onda proveniente dall'ingresso 6 dell'antenna 100 e che viaggia attraverso la rete di alimentazione 5, grazie alla combinazione della distanza fisica D1 opportunamente dimensionata tra i due elementi radianti 1 e 2 e della configurazione del circuito di alimentazione 5, ed in particolare della sua parte 5a compresa tra i due elementi radianti 1 e 2, l'onda trasportata giungerà prima all'elemento radiante più vicino, vale a dire il primo elemento radiante 1, e

successivamente a quello più distante, vale a dire il secondo elemento radiante 2, con una differenza di fase definita dalla seguente equazione:

$$\Delta\varphi = d \cdot \frac{2\pi}{\lambda_{it}}$$

5

in cui, $\Delta\phi$ è la differenza di fase tra il segnale dell'onda trasportata alimentato in ingresso al primo elemento radiante 1 ed il segnale della medesima onda alimentato in ingresso al secondo elemento radiante 2, "d" è la lunghezza elettrica della parte di rete o circuito alimentazione 5 compresa tra i due estremi connessi
10 rispettivamente al primo e secondo elemento radianti 1 e 2, e λ_{it} è la lunghezza d'onda dell'onda elettromagnetica all'interno del circuito di alimentazione 5.

In una forma possibile di realizzazione, la lunghezza elettrica predefinita "d" è compresa fra un quinto d'onda e tre quarti d'onda del segnale S_i trasportato dal circuito 5.

15 Più in particolare, secondo una possibile forma di realizzazione, la lunghezza elettrica predefinita "d" è compresa fra due quinti d'onda e tre quinti d'onda, più preferibilmente è pari ad un mezzo d'onda.

Nelle forme realizzative illustrate nelle figure 3-4 e 5, l'elemento conduttore 5a è formato da una linea spezzata avente tre tratti sostanzialmente rettilinei che
20 formano un percorso complessivo ad U o a C, in cui la distanza elettrica è data sostanzialmente dalla somma delle lunghezze elettriche dei tre tratti rettilinei d_1 , d_2 , d_3 .

In pratica, imponendo una fase differente agli elementi radianti 1 e 2 si ottiene una desiderata deformazione del diagramma di irradiazione, come illustrato ad

esempio nelle figure 7 e 8, che puo' essere opportunamente calibrata a seconda delle esigenze.

Chiaramente, il circuito di alimentazione 5, ed in particolare la sua parte 5a che interconnette i due elementi radianti 1 e 2, puo' essere diversamente configurata in modo da ottenere analogamente i medesimi risultati tecnici in termini di modifica del diagramma di irraggiamento dell'antenna 100.

Ad esempio, in una possibile forma realizzativa, il circuito di alimentazione 5 comprende almeno un elemento conduttore 5a avente un primo estremo 5b connesso al primo elemento radiante 1, un secondo estremo 5c connesso al secondo elemento radiante 2, ed un elemento di supporto, ad esempio una striscia realizzata in materiale dielettrico, che è connesso meccanicamente almeno a detto elemento conduttore 5a e funge da supporto meccanico per lo stesso, contribuendo anche ad ottenere il desiderato sfasamento $\Delta\phi$.

Tale elemento di supporto puo' essere sagomato ad esempio replicando la forma e seguendo il percorso fisico del circuito di alimentazione 5 o solo della sua parte 5a, o anche avere una forma diversa purché idonea a supportare il circuito 5 stesso, ed in particolare la sua parte 5a, ed a contribuire al raggiungimento dello sfasamento desiderato $\Delta\phi$.

Ad esempio, se il circuito di alimentazione del segnale 5 è realizzato tramite una microstriscia, l'elemento di supporto puo' essere costituito da un corpo realizzato in materiale dielettrico che replica almeno in parte il percorso della microstriscia, in particolare per cio' che riguarda almeno la parte 5a. Se invece il circuito di alimentazione del segnale 5, ed in particolare almeno la sua parte 5a, è realizzato ad esempio tramite un cavetto coassiale, allora il cavetto puo' anche

essere meccanicamente svincolato dal supporto che regge gli elementi radianti ed avere come unici punti di contatto gli estremi 5b e 5c.

In un'ulteriore forma possibile di realizzazione dell'antenna direttiva 100 secondo l'invenzione, il circuito di alimentazione 5 comprende almeno un
5 componente a costanti concentrate disposto tra detti primi e secondo elementi radianti 1 e 2. Tale componente, schematicamente illustrato in figura 2 dall'involucro tratteggiato 30, può essere costituito ad esempio da un condensatore o da un'induttanza.

In particolare, secondo questa forma realizzativa il circuito di alimentazione
10 5, o almeno la sua parte interposta tra e interconnettente i due elementi radianti 1 e 2, può comprendere o essere costituito da una rete a "T" o a "pi greco" di combinazioni di induttanze o condensatori, che realizzano lo sfasamento desiderato, senza dover ricorrere ad un distanziamento fisico vincolante fra le porte di ingresso degli elementi radianti 1 e 2. In questo modo, si ha un maggior grado di
15 libertà circa la spaziatura fra gli stessi elementi radianti 1 e 2, che può essere così scelta in misura meno dipendente dall'architettura fisica della rete di alimentazione 5 stessa.

In una possibile forma realizzativa, e come illustrato negli esempi di figure 1-
5, l'antenna direttiva 100 comprende inoltre un elemento di supporto 3 su cui sono almeno parzialmente disposti o a cui sono connessi detti primo e secondo elementi
20 radianti 1 e 2 ed il circuito di alimentazione 5.

Negli esempi illustrati, tale elemento di supporto 3 ha uno sviluppo sostanzialmente planare e gli elementi radianti 1 e 2 ed il circuito di alimentazione 5 possono essere disposti su facce opposte tra loro di tale elemento planare 3,

come nell'esempio realizzativo illustrato dalle figure 3 e 4, oppure sulla medesima faccia come illustrato negli esempi realizzativi delle figure 1, 2 e 5.

In una possibile forma di realizzazione, uno o più di detti circuito di alimentazione 5, e primo e secondo elementi radianti 1 e 2, preferibilmente ciascuno di essi, comprende un rispettivo conduttore metallico connesso ad un elemento di massa fissato all'elemento di supporto 3 o costituito dall'elemento di supporto 3 stesso.

In particolare, a seconda delle applicazioni, tale elemento di massa puo' essere quindi costituito dallo stesso elemento di supporto 3 che in questo caso è realizzato sostanzialmente in materiale conduttore.

Alternativamente, l'elemento di supporto 3 puo' essere realizzato in materiale dielettrico e l'elemento di massa comprende almeno una superficie conduttrice, che ricopre almeno parzialmente una faccia dell'elemento di supporto 3 (si veda figura 5), oppure è disposta su entrambe le facce dell'elemento di supporto 3 in modo da ricoprirle almeno parzialmente (si vedano figure 3 e 4).

Nelle forme di realizzazione illustrate, ciascun elemento di massa è costituito da una lamina conduttrice in rame avente sviluppo sostanzialmente planare ed indicata nelle figure 3-5 dal numero di riferimento 4.

Tale elemento di massa 4 è dimensionato in modo da avere una superficie opportunamente maggiore di quella degli elementi radianti in modo da modificare, tipicamente abbassare o alzare, l'elevazione del massimo del segnale irradiato illustrato in figura 7.

In particolare, nell'esempio realizzativo delle figure 3 e 4, gli elementi radianti 1 sono realizzati con tecnologia PCB (dall'inglese Printed Circuit Board) e sono costituiti ad esempio da tracce di rame depositate su un supporto dielettrico 7.

La forma e le dimensioni delle tracce di rame formanti i due elementi radianti 1 e 2 sono selezionate per ottenere una risonanza dell'antenna 100 nell'intorno della frequenza operativa, ad esempio nell'intorno di 5.9GHz. Inoltre, per migliorare l'adattamento dell'antenna, in tale esempio realizzativo è previsto per ogni elemento radiante 1 e 2, un corrispondente ramo 8 e rispettivamente 9, i due rami 8 e 9 essendo collegati ad un elemento di massa comune 4.

A sua volta, il circuito di alimentazione 5 è in quest'esempio realizzato sulla faccia opposta dell'elemento di supporto 3 rispetto agli elementi radianti 1 e 2, e può essere realizzato anch'esso con tecnologia PCB. Ad esempio, il circuito 5 può essere composto da una guida d'onda nota come microstriscia. Tale guida d'onda è formata da una traccia di rame ed un elemento di massa divisi da uno spessore dielettrico. La larghezza della traccia di rame è opportunamente dimensionata per avere ad esempio un'impedenza caratteristica della microstriscia uguale a 50Ω . Restringimenti o allargamenti 11 della microstriscia possono essere realizzati per migliorare l'adattamento complessivo dell'antenna 100. Per fissare gli elementi radianti 1 e 2 all'elemento di supporto 3, possono essere realizzati dei fori 10 in cui vengono inseriti i PCB degli elementi radianti 1 e 2 per essere successivamente connessi tramite saldatura al circuito di alimentazione 5.

Nell'esempio realizzativo di figura 5, gli elementi radianti 1 e 2 sono invece realizzati utilizzando lamierini ripiegati. Rispetto alla tecnologia PCB, questa soluzione consente ad esempio di sfruttare in maniera più efficiente lo spazio a disposizione sviluppando gli elementi radianti tridimensionalmente, ed in molti casi consente di ottimizzare, ovvero ridurre, il costo di produzione degli elementi radianti stessi. In questo caso il circuito di alimentazione 5 è realizzato dallo stesso lato degli elementi radianti 1 e 2 sempre utilizzando ad esempio una microstriscia. Per

ottenere un migliore adattamento dell'antenna 100, agli elementi radianti 1 e 2 sono stati aggiunti due punti di collegamento al piano di massa 4, indicati dai numeri di riferimento 12 e rispettivamente 13.

5 Chiaramente, in funzione delle esigenze applicative, nell'antenna 100 secondo l'invenzione è possibile utilizzare elementi radianti configurati diversamente, come anche un numero maggiore di elementi radianti.

Ad esempio, come schematicamente illustrato nell'esempio realizzativo di figura 2, è previsto l'impiego di almeno un terzo elemento radiante 20 disposto distanziato dal primo elemento radiante 1 di una predeterminata seconda distanza 10 D2, e dal secondo elemento radiante 2 di una predeterminata terza distanza D3. Tale terzo elemento radiante 20 può essere opportunamente disposto per realizzare una configurazione triangolare, come ad esempio illustrato in figura 2, o può essere disposto allineato ai due elementi radianti 1 e 2 in modo da formare una configurazione lineare.

15 A sua volta, il circuito di alimentazione 5 è collegato a ed è atto ad alimentare anche il terzo elemento radiante 20 con il segnale di alimentazione S_i da irradiare. In particolare, il circuito di alimentazione 5 è configurato in modo che il segnale da irradiare S_i alimentato in ingresso al terzo elemento radiante 20 sia sfasato nel tempo di un secondo valore predefinito rispetto al segnale alimentato in ingresso al 20 primo elemento radiante 1 e di un terzo valore predefinito rispetto al segnale alimentato in ingresso al secondo elemento radiante 2.

Quanto precedentemente descritto relativamente alle forme realizzative con i soli due elementi radianti 1 e 2, è parimenti ivi applicabile in presenza del terzo elemento radiante 20, come anche per ogni ulteriore elemento radiante.

In particolare, i valori indicati per la distanza elettrica "d" e lo sfasamento tra il primo elemento radiante 1 ed il secondo elemento radiante 2, sono applicabili ad ogni coppia di elementi radianti, e quindi nel caso del terzo elemento radiante 20 alla coppia primo-terzo elemento radianti 1 e 20, e rispettivamente alla copia secondo-terzo elementi radianti 2 e 20.

Inoltre, negli esempi illustrati, ciascuna delle distanze fisiche D1, D2 e D3 fra coppie di elementi, è illustrata misurata tra due superfici più prossime e affacciate tra loro; alternativamente, è possibile definire ciascuna distanza in altro modo, ad esempio in caso di elementi radianti di forma simmetrica, calcolandola come la distanza tra i rispettivi assi di simmetria, o in altro modo ancora idoneo al dimensionamento dell'antenna secondo l'invenzione.

In un'ulteriore possibile forma realizzativa, l'antenna 100 comprende ad esempio un involucro di materiale dielettrico, schematicamente illustrato solo in figura 2 dal numero di riferimento 50. Tale involucro 50 permette di deformare ulteriormente ed in maniera controllata il diagramma di radiazione complessivo.

Si è in pratica constatato come l'antenna direttiva 100 secondo l'invenzione permetta di assolvere lo scopo prefissato in quanto permette di ottenere un controllo del diagramma di irradiazione decisamente migliorato rispetto alle soluzioni note, ed in particolar modo di espandere al massimo l'angolo azimutale di copertura che con le soluzioni note non raggiunge i tre quarti dell'angolo giro, ottenendo una maggiore copertura degli angoli intermedi trasversali all'asse ideale che unisce la direzione del massimo di radiazione alla direzione del minimo.

Un esempio in tal senso è illustrato nelle figure 6, 7 e 8, dove i risultati rappresentati sono ottenuti mediante la forma di realizzazione dell'antenna 100 illustrata nelle figure 3 e 4. In particolare, tali risultati sono stati ottenuti imponendo

uno sfasamento di fase di 60° ed una distanza fisica $D1$ di circa 12.7mm, dimensionando di conseguenza la lunghezza del circuito di alimentazione 5 secondo l'equazione precedentemente indicata. In particolare, le figure 6 e 7 fanno riferimento rispettivamente al diagramma di irradiazione sul piano orizzontale e 5 verticale; come piani orizzontale e verticale si intendono ad esempio quelli illustrati nelle figure 9 e 10 dove vengono messi in evidenza i settori, angolo θ per l'orizzontale e angolo φ per il verticale, in cui viene irradiata la maggior parte della potenza. In figura 8 è anche mostrato il coefficiente di riflessione ottenuto per l'antenna 100 presa ad esempio.

10 L'antenna 100 così concepita permette inoltre di garantire una maggiore larghezza di banda grazie alla particolare tecnica di alimentazione, permettendo all'occorrenza di utilizzare la stessa antenna anche per trasmissioni in bande vicine a quella allocata alla comunicazione V2X, come ad esempio la banda WiFi.

15 Per ottenere ciò, come precedentemente illustrato, vengono utilizzati dei componenti di realizzazione ed assemblaggio facile e a costi contenuti, i quali permettono di calibrare opportunamente il funzionamento dell'antenna stessa, in particolare giocando opportunamente sulla distanza reciproca tra gli elementi radianti e sulla lunghezza elettrica della parte di circuito o rete di alimentazione 5 che li interconnette e che li alimenta con il segnale da irradiare.

20 Con ulteriore vantaggio, l'antenna 100 secondo l'invenzione può essere utilizzata in linea di principio in ogni tipo di veicolo, sia stradale che ferroviario, e può essere facilmente installata sia su veicoli nuovi che, se desiderato, su veicoli già in circolazione. Pertanto, un ulteriore oggetto della presente invenzione riguarda un veicolo caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un'antenna direttiva 100

secondo quanto precedentemente descritto, e più in particolare definito nelle rivendicazioni annesse.

Naturalmente, fermo restando il principio dell'invenzione, le forme di attuazione ed i particolari di realizzazione potranno essere ampiamente variati rispetto a quanto è stato descritto ed illustrato a puro titolo di esempi preferiti ma non limitativi, senza per questo uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione come definito in particolare dalle rivendicazioni allegate. Ad esempio, le forme realizzative precedentemente descritte possono essere tra loro combinate, anche parzialmente, selezionando a tal fine una o più delle caratteristiche descritte con riferimento ad una forma realizzativa possibile ed utilizzando, laddove utile o possibile ogni caratteristica selezionata in una delle altre forme realizzative descritte. Ad esempio, il dispositivo 30 o l'involucro 50 potrebbero essere utilizzati in tutte o solo in alcune delle forme realizzative illustrate. La forma dei componenti descritti o di parte di essi può essere opportunamente modificata purché in maniera compatibile con lo scopo e le funzionalità per cui tali componenti sono stati concepiti nell'ambito della presente invenzione. Ad esempio, gli elementi radianti 1, 2 e 20, e/o il circuito di alimentazione 5 o parte di esso possono essere realizzati mediante metallizzazioni su materiali dielettrici, ad esempio materiali plastici; tali elementi radianti possono essere sagomati diversamente rispetto a quanto illustrato negli esempi e possono essere disposti in posizione diversa da quella essenzialmente verticale illustrata nelle figure allegate; il circuito di alimentazione 5 può avere almeno in parte un andamento curvilineo o misto; vi può essere un unico elemento di massa 4 per tutti gli elementi radianti, oppure può essere utilizzato un elemento di massa per ogni elemento radiante utilizzato, e gli elementi di massa possono essere elettricamente connessi o non connessi tra di loro; ogni elemento di massa

puo' essere costituito da un elemento avente non necessariamente uno sviluppo planare; l'involucro di materiale dielettrico 50 puo' essere rimpiazzato da componentistica meccanica ingombrante, vale a dire di dimensioni comparabili o superiori a quelle degli elementi radianti; et cetera.

RIVENDICAZIONI

1. Antenna direttiva (100), caratterizzata dal fatto di comprendere almeno:
- un primo elemento radiante (1) ed un secondo elemento radiante (2) disposti distanziati tra loro ad una predeterminata prima distanza (D1);
 - un circuito di alimentazione (5) che è collegato a ed è atto ad alimentare detti primo e secondo elementi radianti (1, 2) con un segnale di alimentazione da irradiare, in cui detto circuito di alimentazione (5) comprende almeno un elemento conduttore (5a) avente un primo estremo (5b) connesso al primo elemento radiante (1) ed un secondo estremo (5c) connesso al secondo elemento radiante (2), detto almeno un elemento conduttore (5a) avente, con riferimento alla frequenza operativa nominale dell'antenna (100), una lunghezza elettrica predefinita (d) misurata tra detti primo e secondo estremi (5b, 5c) che è compresa fra un quinto d'onda e tre quarti d'onda, detto circuito di alimentazione (5) essendo configurato in modo che il segnale alimentato in ingresso al primo elemento radiante (1) è sfasato nel tempo rispetto al segnale alimentato in ingresso al secondo elemento radiante (2) di un primo valore compreso fra trenta e centoventi gradi sessagesimali.
2. Antenna direttiva (100) secondo la rivendicazione 1, in cui detti primo e secondo elemento radianti (1, 2) e detto circuito di alimentazione (5) sono configurati e operativamente collegati tra loro in modo da generare un diagramma di irradiazione combinato che, su un piano orizzontale, presenta una riduzione di segnale in una direzione prescelta pari

sostanzialmente ad un quarto di angolo giro ed un aumento distribuito in modo sostanzialmente uniforme nei restanti tre quarti dell'angolo giro.

3. Antenna direttiva (100), secondo la rivendicazione 1 o 2, in cui detto circuito di alimentazione (5) comprende un elemento di supporto connesso meccanicamente almeno a detto elemento conduttore (5a).
5
4. Antenna direttiva (100) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti in cui detto circuito di alimentazione (5) comprende almeno un componente a costanti concentrate (30) disposto tra detti primi e secondo elementi radianti (1, 2).
- 10 5. Antenna direttiva (100) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti in cui detta lunghezza elettrica predefinita (d) è compresa fra due quinti d'onda e tre quinti d'onda.
6. Antenna direttiva (100) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti in cui detto circuito di alimentazione (5) è configurato in modo che il segnale alimentato in ingresso al primo elemento radiante (1) è sfasato nel
15 tempo rispetto al segnale alimentato in ingresso al secondo elemento radiante (2) di un primo valore compreso fra cinquanta e settanta gradi sessagesimali.
7. Antenna direttiva (100) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti,
20 comprendente ulteriormente almeno un elemento di supporto (3) su cui sono almeno parzialmente disposti o a cui sono connessi detti primo e secondo elementi radianti (1, 2) e detto circuito di alimentazione (5).
8. Antenna direttiva (100) secondo la rivendicazione 7, in cui uno o più di detti circuito di alimentazione (5), primo e secondo elementi radianti (1, 2)
25 comprende un conduttore metallico connesso ad un elemento di massa

(4) fissato all'elemento di supporto (3) o costituito dall'elemento di supporto (3) stesso.

- 5 9. Antenna direttiva (100) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti, comprendente almeno un terzo elemento radiante (20) disposto
distanziato da detto primo elemento radiante (1) ad una predeterminata
seconda distanza (D2) e da detto secondo elemento radiante (2) ad una
predeterminata terza distanza (D3), ed in cui detto circuito di alimentazione
(5) è collegato a ed è atto ad alimentare detto terzo elemento radiante (20)
con detto segnale di alimentazione da irradiare, in cui detto circuito di
10 alimentazione (5) è configurato in modo che il segnale da irradiare
alimentato in ingresso al terzo elemento radiante (20) sia sfasato nel
tempo di un secondo valore predefinito rispetto al segnale alimentato in
ingresso al primo elemento radiante (1) e di un terzo valore predefinito
rispetto al segnale alimentato in ingresso al secondo elemento radiante
15 (2).
10. Veicolo caratterizzato dal fatto di comprendere almeno un'antenna
direttiva (100) secondo una o più delle rivendicazioni precedenti.

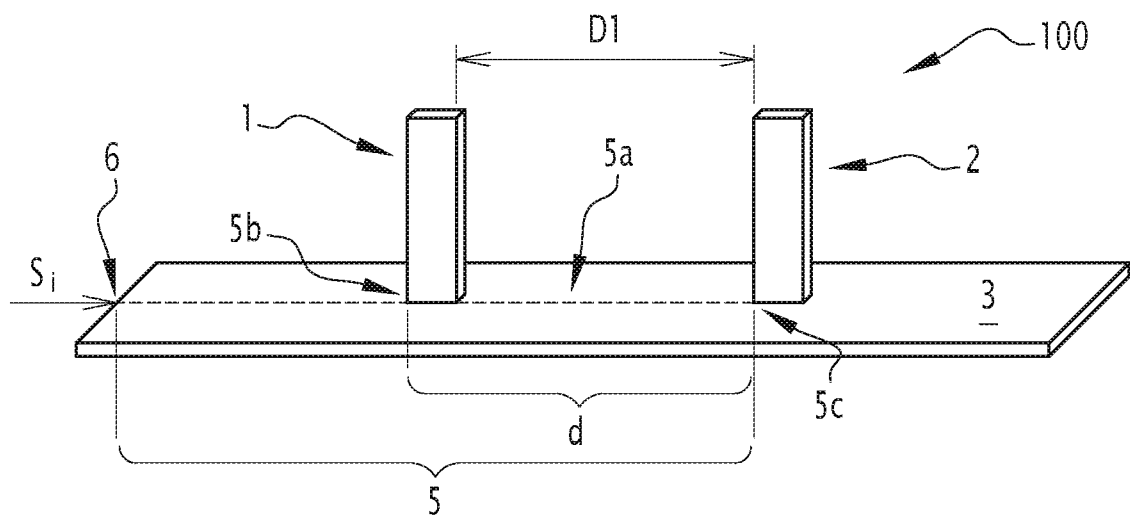


FIG.1

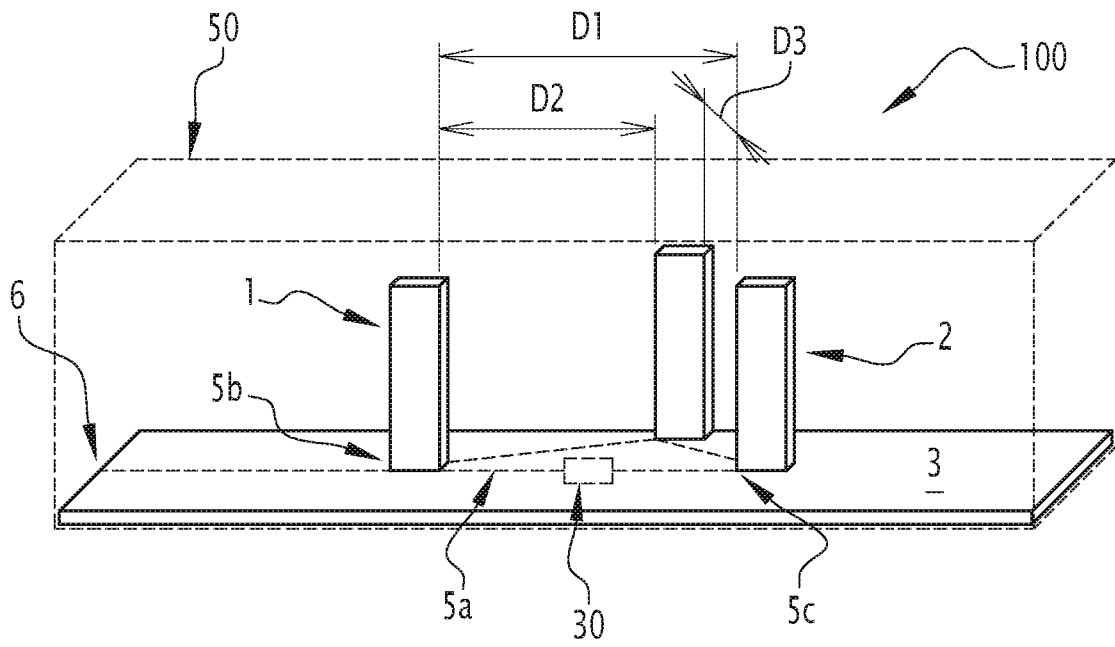


FIG.2

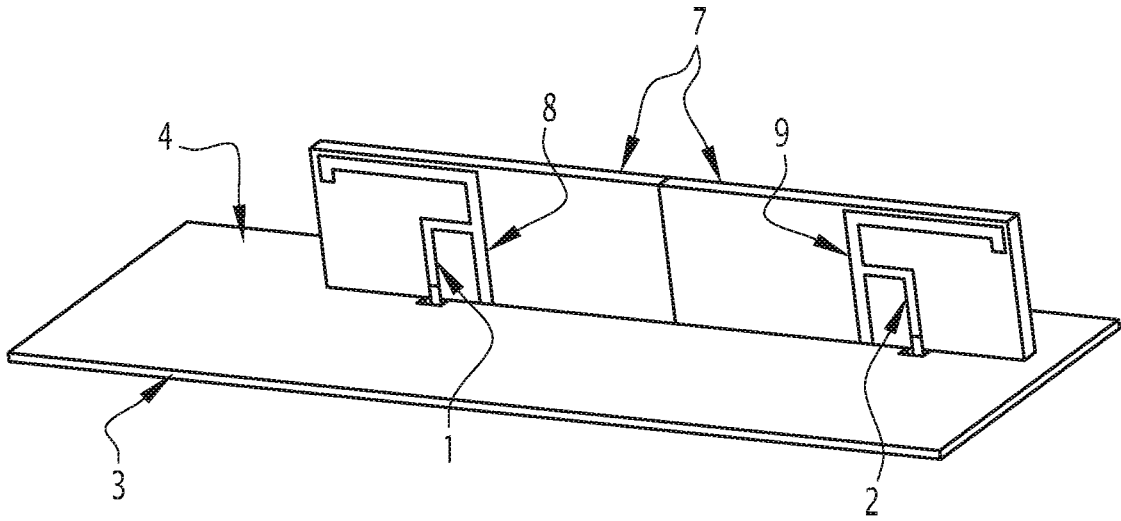


FIG. 3

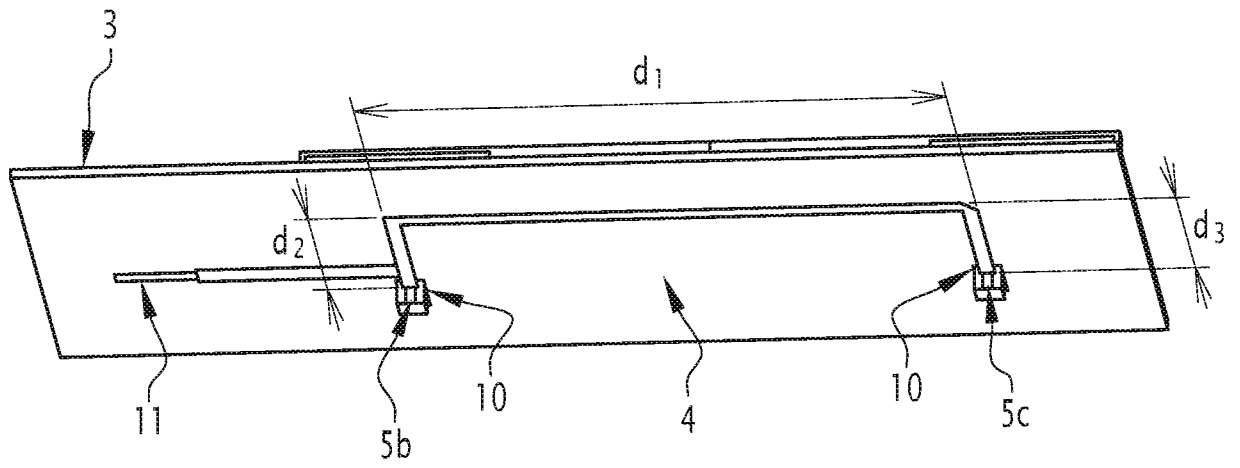


FIG. 4

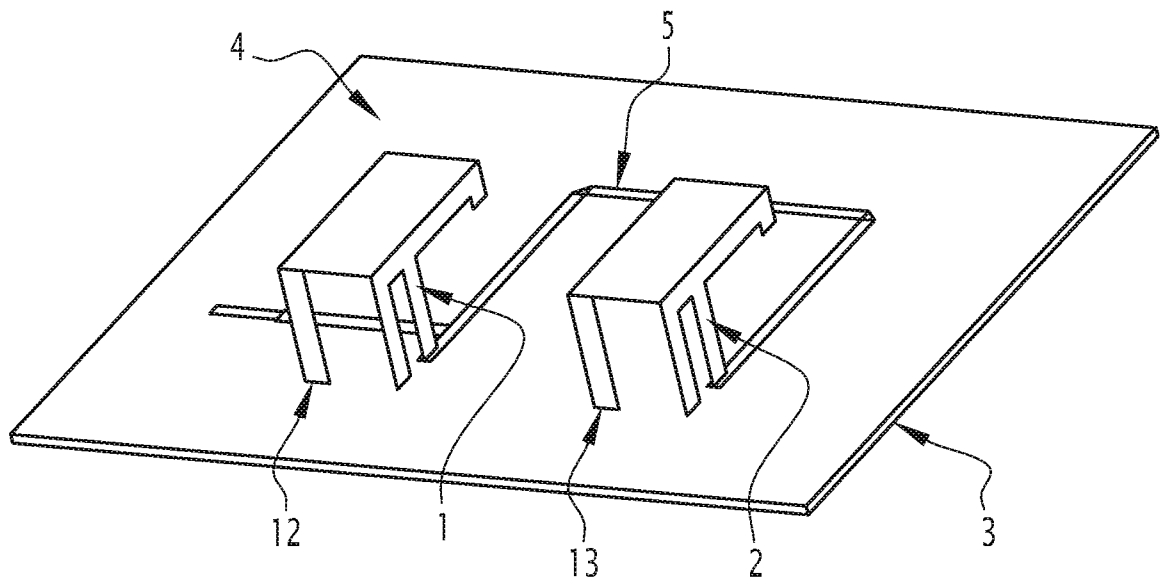


FIG.5

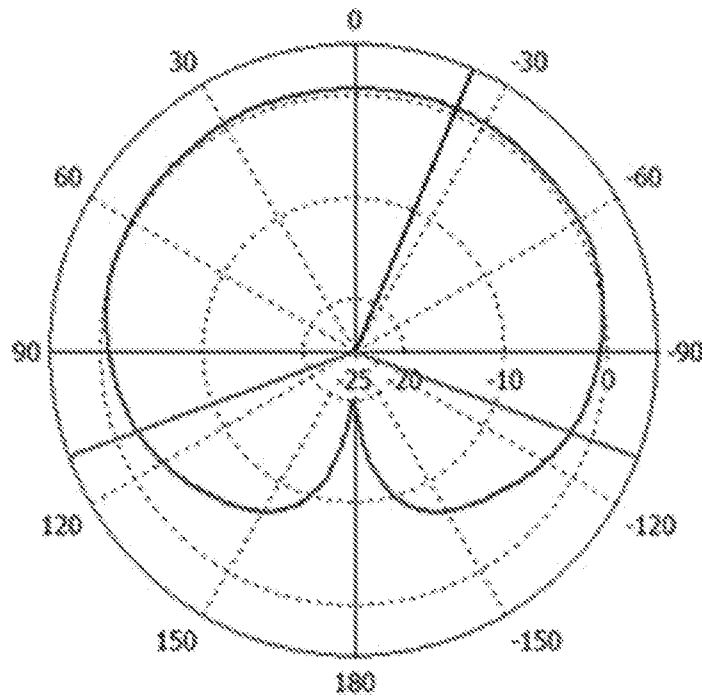


FIG.6

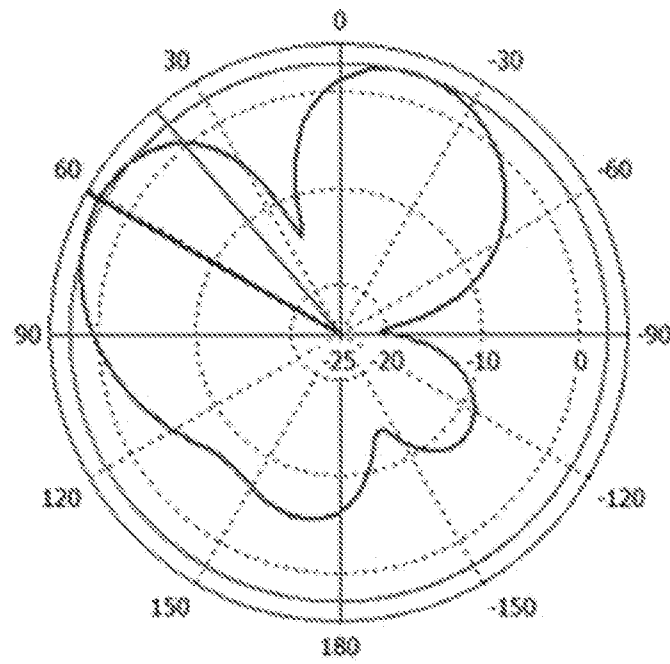


FIG. 7

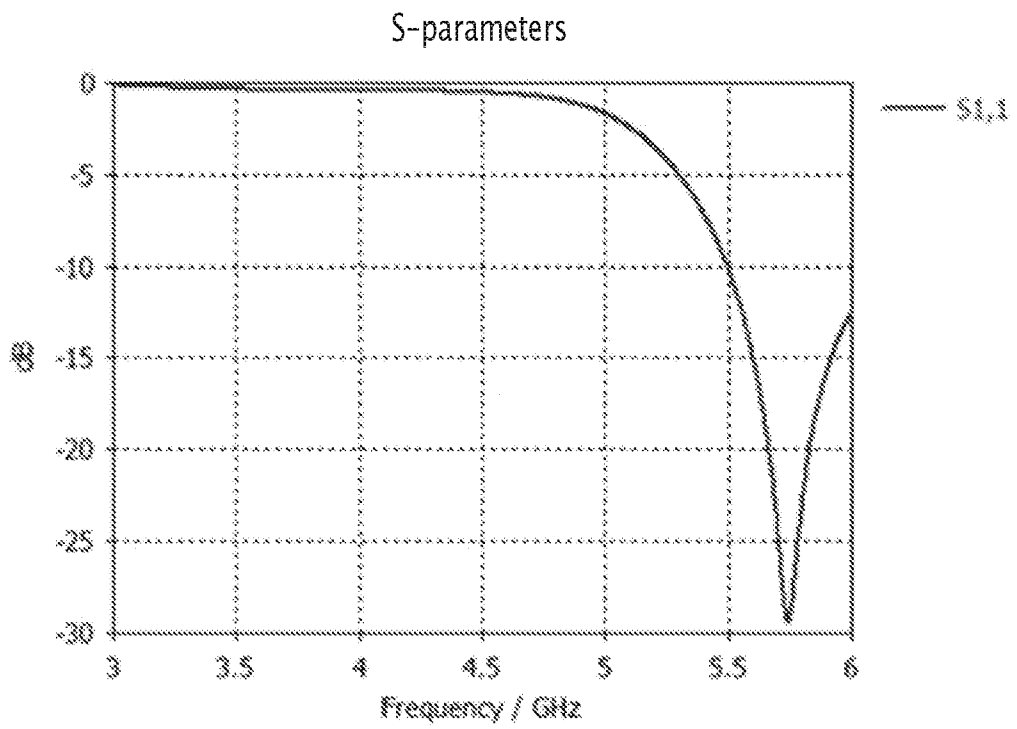


FIG.8

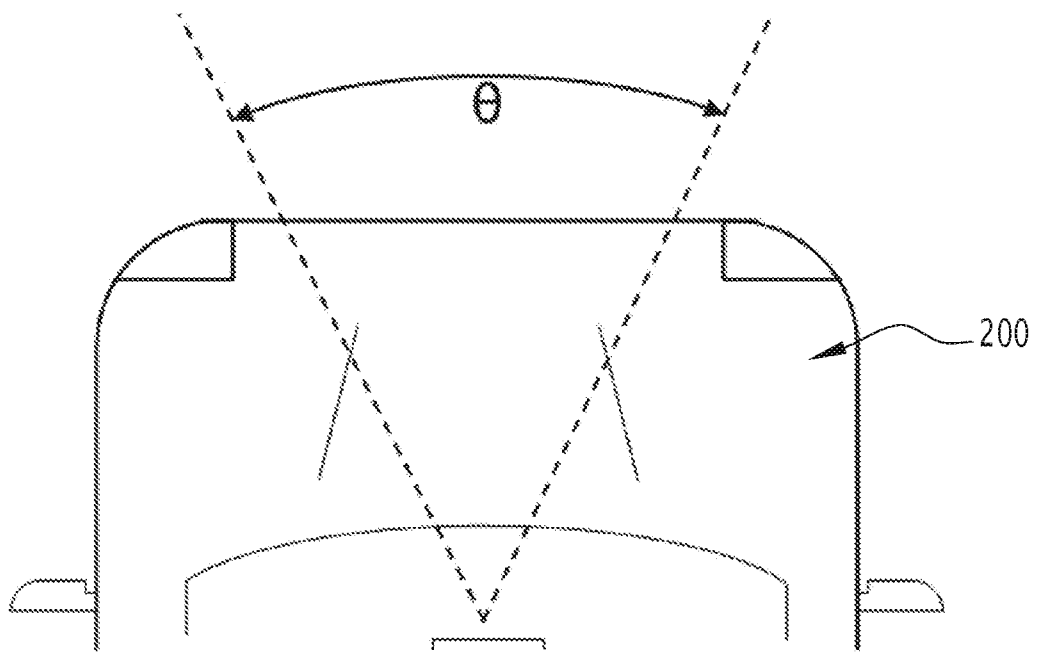


FIG. 9

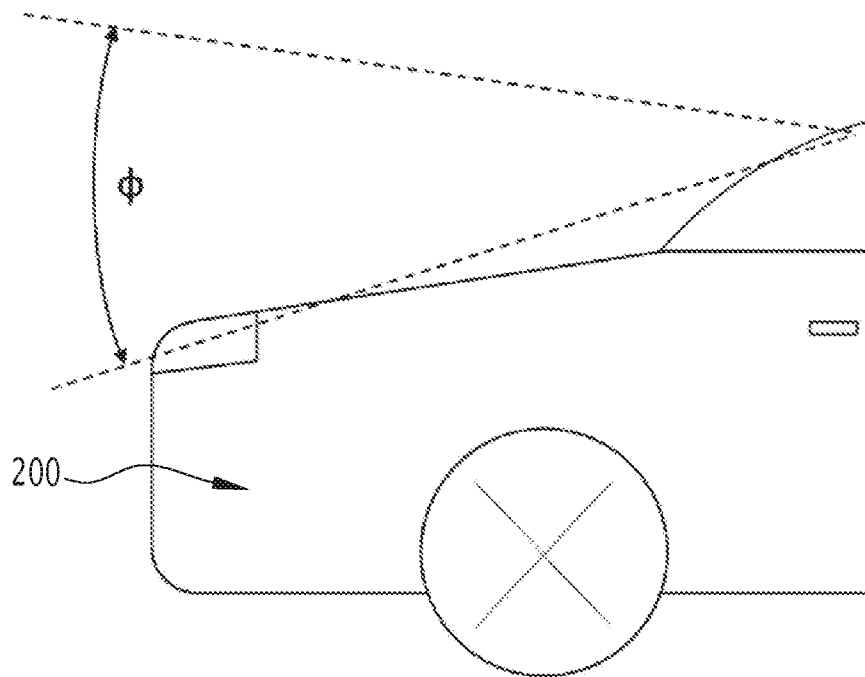


FIG.10