MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA TUTELA DELLA PROPRIETA' INDUSTRIALE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

UIBM

DOMANDA NUMERO	**102013902137249**
Data Deposito	**15/03/2013**
Data Pubblicazione	**15/09/2014**

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	J		

Titolo

PACKED MICROWAVE POWERED LAMP

RBI13085-IT

LAMPADA AZIONATA A MICROONDE COMPATTA

Inventore: **Iginio LONGO**

Titolare: **CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE in ROMA, ITALY**

Descrizione

FONDAMENTO DELL'INVENZIONE

1. Campo dell'Invenzione

La presente invenzione si riferisce ad una lampada azionata a microonde compatta, generalmente descritta come lampada senza elettrodi in cui un materiale al plasma viene eccitato da radio frequenze, cioè nell'intervallo della frequenza di microonde, per emettere luce.

Questo tipo di lampada comprende un complesso di antenne a microonde coassiali e relativi bulbi tubolari compattati insieme per formare una lampada.

2. Descrizione della tecnica precedente

Questo tipo di lampada senza elettrodi generalmente è noto da US 5,013,976 A, US 4,189,661 A e US 4,266,167 A.

Una lampada di questo tipo è stata descritta nel documento US 4,586,115 A (Zimmerman et al.), in cui un sistema di illuminazione comprende involucri trasparenti tubolari riempiti con un materiale fluorescente sensibile alle radiazioni sulla sua superficie di parete interna e contenente un gas sensibile alla radiazione elettromagnetica a radiofrequenza per attivare detto materiale fluorescente. Il gas viene eccitato tramite una antenna coassiale fornita da mezzi di generazione per generare energia elettromagnetica a radiofrequenza; l'antenna viene messa all'interno dell'alloggiamento ad una certa distanza dal rispettivo involucro, in modo da formare una unità di lampada in detto sistema di illuminazione.

US 7,095,163 B2 (Longo) si riferisce ad una lampada senza elettrodi comprendente un bulbo avente all'interno un materiale in grado di essere eccitato tramite mezzi di irradiazione a microonde, una cavità formata nelle pareti dei bulbi, accessibile dall'esterno ed una sorgente di radiazione di microonde inserita in detta cavità, cioè una o due antenne energizzate da un filo di antenna collegato a mezzi per eccitare la sorgente di microonde.

US 6,731,074 B2 (Suzuki) illustra una attrezzatura di lampada senza elettrodi comprendente una sorgente di generazione di microonde e una camera a microonde che riceve le microonde da antenne energizzate tramite appropriate e rispettive guide d'onda che collegano la sorgente di generazione ed una estremità di antenna. Dette antenne sono posizionate in corrispondenza delle estremità di un bulbo allungato, agendo quindi solo su una parte di estremità del bulbo stesso.

Si dovrebbe notare che, negli ultimi esempi di tecnica precedente, non è possibile ottenere una lampada con funzionamento flessibile avente una configurazione semplice.

SOMMARIO DELL'INVENZIONE

I problemi tecnici alla base della presente invenzione sono quelli di fornire una lampada energizzata a microonde che permette di ovviare agli svantaggi menzionati con riferimento alla tecnica nota.

Tale problema viene assolto da una lampada eccitata a microonde come specificato prima, comprendente uno o più bulbi tubolari trasparenti contenenti, in un suo(loro) spazio interno, un materiale adatto per essere eccitato da irradiazione a microonde emettendo così una radiazione elettromagnetica; e una o due antenne coassiali a microonde rispettivamente collegate ad una sorgente di microonde tramite corrispondenti fili di antenna, in cui detti bulbi e dette antenne a microonde sono spostati in stretta relazione gli uni dalle altre per permettere l'eccitazione a microonde di detto materiale ed in cui uno o più bulbi e/o una o più antenne a microonde sono presenti in un singolo complesso di bulbo(i) e antenna(e) compattati insieme, l'antenna(e) e il bulbo(i) essendo posti adiacenti le une agli altri, l'antenna(e) essendo azionata(e) per eccitare il materiale atto ad essere eccitato lungo l'intera lunghezza del bulbo(i) e l'antenna(e) essendo tenuta ad una distanza minima dal(i) rispettivo(i) bulbo(i) in modo che l'eccitazione sia avviata e sostenuta dalla regione di campo vicino dell'antenna(e).

Nella suddetta lampada, è fornita una struttura semplice che permette un funzionamento flessibile del complesso di lampada, eventualmente traendo vantaggio dalla luce emessa dall'eccitazione grazie al cosiddetto campo vicino a microonde.

Questo tipo di lampada può essere disposto per la produzione di una radiazione visibile, ultravioletta o infrarossa, ad impulsi o continua, all'interno di un intervallo di lunghezza d'onda di banda spettrale o di banda larga, specialmente con potenze di illuminazione o di riscaldamento elevate in maniera sicura ed affidabile, senza

perdere la compattezza e l'efficienza delle lampade a microonde eccitate direttamente da una antenna a microonde.

L'antenna può essere rettilinea oppure avvolta intorno ad uno o più bulbi secondo un percorso elicoidale.

Secondo forme di realizzazione preferite dell'invenzione, la lampada comprende più di un bulbo e/o più di una antenna a microonde sono presenti in un singolo complesso di bulbo(i) e antenna(e) compattati insieme. Ciò vuol dire che almeno due bulbi e una antenna sono presenti e i bulbi possono essere disposti in modo da circondare l'antenna e/o avere sezioni trasversali di zone differenti.

Diversamente, almeno due antenne e un bulbo sono presenti, le antenne essendo disposte in modo da circondare il bulbo.

BREVE DESCRIZIONE DEI DISEGNI

La figura 1 mostra tre forme di realizzazione diverse di una lampada secondo l'invenzione, cioè: (a) una forma di realizzazione più semplice con un bulbo ed una antenna a microonde, (b) una ulteriore forma di realizzazione con un doppio bulbo ed una antenna a microonde e (c) una lampada a bulbo singolo con una antenna a microonde elicoidale;

la figura 2 mostra una vista trasversale schematica di una quarta forma di realizzazione di una lampada secondo la presente invenzione, con una configurazione a bulbo multiplo;

la figura 3 mostra una vista trasversale in sezione di una quinta forma di realizzazione di una lampada secondo la presente invenzione, con una configurazione di antenna a microonde multipla;

la figura 4 mostra una vista in sezione schematica di detta prima forma di realizzazione comprendente uno specchio di riflessione a microonde;

la figura 5 mostra una vista in sezione schematica di detta prima forma di realizzazione comprendente una antenna a microonde parzialmente schermata; e

la figura 6 illustra l'effetto di un dipolo che agisce come una antenna a microonde nelle regioni di campo vicino e campo lontano.

DESCRIZIONE DELLE FORME DI REALIZZAZIONE PREFERITE

Nei disegni e per tutte le forme di realizzazione descritte in questo caso, una lampada energizzata a microonde è indicata in generale con 1.

Secondo una forma di realizzazione più semplice, essa comprende (figura 1(a)) un bulbo tubolare allungato 2 definito da una parete spessa esterna continua di un materiale sostanzialmente trasparente alla radiazione visibile, ultravioletta, infrarossa e anche alla radiazione a microonde, ad esempio vetro, eventualmente un vetro resistente al calore adatto per bulbi di lampada. Il bulbo allungato 2 generalmente ha una forma diritta e tubolare.

Il bulbo allungato 2 definisce una camera contenente un materiale eccitabile con irradiazione a microonde che può essere un gas, un vapore, una polvere oppure un liquido, in grado di emettere radiazione tramite attivazione con altra radiazione elettromagnetica e/o a causa di urti tra particelle neutre o ionizzate (atomi o molecole di plasma). Il materiale può essere inserito sia con un certo tasso di vuoto oppure ad una pressione superiore di quella atmosferica. Può essere utilizzata una miscela di gas o vapori oppure solo una singola specie atomica o molecolare.

Un possibile riempimento di bulbo può essere fatto con argo a bassa pressione (2÷3 mmHg) e vapori di mercurio (Hg).

La lampada 1 di figura 1(a) comprende quindi una antenna a microonde 3 che è collegata ad una corrispondente sorgente di microonde (non mostrata) tramite un rispettivo filo di antenna 4. L'antenna 3 e il filo 4 sono costituite da un cavo coassiale comprendente un conduttore interno, un isolatore ed un conduttore esterno, con una guaina che ricopre la sezione azionata come filo di antenna, mentre la sezione di antenna può essere ricoperta con una guaina fatta con un materiale trasparente alle microonde.

Nella forma di realizzazione di figura 1(a), l'antenna 3 ha un profilo diritto e viene mantenuta adiacente al bulbo 2, avente sostanzialmente la stessa lunghezza, cioè l'antenna 3 può essere azionata per eccitare il materiale atto di essere eccitato lungo l'intera lunghezza del bulbo 2.

Secondo la figura 1(b), due bulbi 2 vengono mantenuti adiacenti ad una antenna 3; e secondo la figura 1(c) una antenna 3 viene avvolta intorno ad un bulbo 2 secondo un percorso elicoidale.

In questa invenzione, il bulbo 2 viene eccitato dall'antenna coassiale esterna 3 alle frequenze di microonde, disposta vicino oppure intorno al bulbo. La scarica al plasma nel riempimento di gas viene prodotta e sostenuta dal campo elettromagnetico che circonda l'antenna a dipolo nella cosiddetta regione di campo vicino. E' ben noto che nella regione di campo vicino l'ampiezza del campo elettrico a microonde quasi stazionario dell'antenna a dipolo di mezza onda dipende dalla

distanza radiale come r^{-2} e r^{-3}. Di conseguenza, lavorare con alcune decine di W a 2450 MHz, l'ampiezza del campo elettrico ad esempio a 4 mm di distanza è nell'ordine di 10^2 V/cm, cioè sufficiente per produrre e sostenere una scarica al plasma in un bulbo a bassa pressione Ar + Hg.

Come spiegato nella teoria dell'elettromagnetismo riguardo al funzionamento di antenne coassiali radianti a dipolo, cioè aventi un diametro d << λ, in cui λ è la lunghezza d'onda della radiazione di eccitazione, il campo elettromagnetico nella regione attiva che circonda l'antenna, secondo un sistema di coordinate sferico con il centro in corrispondenza del punto di eccitazione radiante, viene descritto dalle seguenti formule (vedere Ramo S. et al, Fields and Waves in Communication Electronics, J Wiley & NY 1993, 3rd Ed., p 590):

$$H\phi = \frac{I_0 h}{4\pi} e^{-jkr}\left(\frac{jk}{r} + \frac{1}{r^2}\right)\sin\theta$$

$$E_r = \frac{I_0 h}{4\pi} e^{-jkr}\left(\frac{2\eta}{r^2} + \frac{2}{j\omega\varepsilon r^3}\right)\cos\theta \qquad (1)$$

$$E_\theta = \frac{I_0 h}{4\pi} e^{-jkr}\left(\frac{j\omega\mu}{r} + \frac{1}{j\omega\varepsilon r^3} + \frac{\eta}{r^2}\right)$$

dove k = 2π/λ è il vettore d'onda, r è la coordinata radiale, ω è la frequenza angolare a microonde, η = 120π è l'impedenza di spazio, ε e μ rappresentano la permettività magnetica e la permeabilità del mezzo, I_0 è la corrente elettrica nell'antenna e h (h << λ) è la lunghezza dell'antenna.

Per la descrizione dell'interazione tra campo emesso dall'antenna e gas (plasma) all'interno del bulbo, lo spazio intorno all'antenna può essere suddiviso in due regioni (figura 6).

La regione vicino all'antenna, la cosiddetta regione di campo vicino, è un cilindro con raggio r << λ/2π. In questa regione, il campo elettromagnetico non viene irradiato e può essere descritto come un sistema di onde quasi stazionario, le onde spostandosi parallelamente verso e dall'asse dell'antenna, con una densità di energia elevata (energia per unità di volume). In questa regione, il campo elettrico, nel sistema di coordinate sferico (r, θ, φ) delle suddette formule, ha solo due componenti (r, θ), il campo magnetico ha solo la componente azimutale (φ) e la polarizzazione di campo generalmente è ellittica in funzione del posto.

L'ampiezza del campo elettrico in questa regione di campo vicino, cioè immediatamente all'esterno dell'antenna, è molto elevata, a seconda dei termini quadratici o cubici r^{-2}, r^{-3}, e diminuisce rapidamente in corrispondenza dell'aumento di r. Passando dalla regione del campo vicino alla regione del campo lontano, cioè

alla distanza r >> λ/2π, la componente radiale del campo elettrico scompare e la dipendenza dell'ampiezza del campo E e H, che sono perpendicolari uno rispetto all'altro in questa regione e perpendicolari alla direzione di propagazione, è quella di un'onda elettromagnetica del piano trasversale, le ampiezze di campo diminuendo nella relazione inversa alla distanza.

La separazione tra queste regioni non è chiara, ma esiste una regione intermedia in cui il campo vicino non è più stabile e in cui inizia l'irradiazione.

Secondo le suddette considerazioni, con un bulbo al quarzo (ε_{rel} ~ 3,78) con pareti sottili (~ 1 mm), all'interno di una distanza radiale di pochi mm da una antenna sottile configurata come un dipolo λ/2 e fornita di 1 W a 2,45 GHz, viene trovato un $E \sim 10^2$ V/cm di campo, sufficiente per iniziare e sostenere un plasma di illuminazione in una miscela di vapore Ar e Hg a bassa pressione.

Diversamente, con il bulbo posto lontano dalla regione di campo vicino e funzionante a 2,45 GHz, ad alcuni cm di distanza dall'antenna, sarebbe necessaria una potenza molto più grande per iniziare e sostenere la scarica al plasma.

Ogni filo di antenna 4 ha una bobina a microonde 14 o trappola applicata sul conduttore esterno, che blocca la propagazione di microonde riflesse indietro dalla rispettiva antenna, a causa del bilanciamento di impedenza non corretto. La bobina a microonde 14 sostanzialmente è una boccola metallica, preferibilmente fatta in rame od ottone, con una lunghezza di □λ/4 (λ = □lunghezza d'onda delle microonde) e un diametro multiplo del diametro del cavo.

La bobina 14 è montata all'esterno del conduttore esterno vicino e comprende una parte di conduzione coassiale di diametro più grande del conduttore esterno; un collare di conduzione per collegare il conduttore coassiale al conduttore esterno, disposto lungo la parte di conduzione coassiale. La bobina 14 può essere riempita con un materiale dielettrico resistente alla temperatura elevata, ad esempio un pezzo tubolare di ceramica, con una permeabilità complessa $\varepsilon = \varepsilon_o(\varepsilon' - j\varepsilon'')$ con $\varepsilon'' << 1$ e $\varepsilon' >> 1$ che permette la costruzione di una bobina 14 compatta, cioè corta, essendo

$$\lambda = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon'}}$$

con λ_0 □ = lunghezza d'onda di microonde nel vuoto e la lunghezza della bobina 14, essendo uguale a □λ/4, è inferiore a λ_0 □/4.

Secondo la figura 2, parecchi bulbi 2 aventi una sezione trasversale circolare con diametri diversi, cioè una sezione trasversale avente una zona diversa, circondano una singola antenna 3. I bulbi possono essere riempiti di gas con parametri diversi per produrre differenti tipi di luce.

Secondo la figura 3, parecchie (tre) antenne 3 circondano solo un bulbo 2: ogni antenna 3 determina una regione di illuminazione al plasma 10 vicino all'antenna 3 all'interno del bulbo 2; le antenne 3 possono essere azionate simultaneamente oppure alternativamente.

Secondo la figura 4, una configurazione già mostrata in corrispondenza della figura 1(a) ha inoltre uno schermo di specchio concavo 5 che circonda sia il bulbo 2 sia l'antenna 3, l'antenna 3 essendo posta tra il bulbo e lo schermo di specchio. In questa configurazione, sia la regione di campo vicino sia la regione di campo lontano possono essere utilizzati alternativamente. In ogni caso tutte le microonde sono bloccate dallo schermo 5 ed una rete metallica 6 può chiudere il lato aperto dello schermo 5 per bloccare le microonde ma non la luce generata. L'antenna 3 viene azionata da una sorgente a microonde 7 attraverso il filo di antenna 4.

Secondo la figura 5, in una configurazione già mostrata in corrispondenza della figura 1(a), l'antenna è molto lunga ed ha fori distanziati 9 formati attraverso il suo conduttore esterno 8 (mostrato ingrandito), i fori 9 essendo posizionati in modo da trovarsi di fronte al bulbo 2.

In questa forma di realizzazione le microonde fuoriescono dai fori 9 per eccitare il materiale all'interno del bulbo 2, ognuna determinando una regione di illuminazione al plasma 10. L'antenna 3 viene azionata da una sorgente di microonde 7 attraverso un filo di antenna 4.

La lampada è in grado di emettere radiazioni con uno spettro di linea, uno spettro di banda oppure uno spettro misto, in un intervallo ampio di lunghezze d'onda. Essa lavora senza nessun elettrodo a contatto con le particelle che emettono la radiazione, in una maniera continua o ad impulsi. La composizione spettrale della radiazione come emessa dipende dalle sostanze utilizzate per riempire il bulbo, dal loro rapporto di quantità, come anche dalla potenza e dalla frequenza delle microonde utilizzate per l'eccitazione.

Alle lampade azionate a microonde sopra descritte un esperto del ramo, per soddisfare specifiche richieste e contingenze, può portare ulteriori modifiche, tutte rientranti nell'ambito di protezione della presente invenzione, come definite dalle rivendicazioni allegate.

RIVENDICAZIONI

1. Lampada azionata a microonde (1) comprendente:

- uno o più bulbi tubolari trasparenti (2) contenente, in un suo(loro) spazio interno, un materiale adatto per essere eccitato tramite irradiazione a microonde emettendo così una radiazione elettromagnetica;
- una o più antenne coassiali a microonde (3) rispettivamente collegate ad una sorgente a microonde tramite corrispondenti fili di antenna (4),

detti bulbi (2) e dette antenne a microonde (3) essendo spostati in stretta relazione gli uni con le altre per permettere l'eccitazione a microonde di detto materiale, in cui uno o più bulbi (2) e/o uno o più antenne a microonde (3) sono presenti in un singolo complesso di bulbo(i) e antenna(e) compattati insieme,

in cui antenna(e) e bulbo(i) (2) sono posti adiacenti le une agli altri, l'antenna(e) (3) essendo azionata(e) per eccitare il materiale atto ad essere eccitato lungo l'intera lunghezza del(i) bulbo(i) (2) e l'antenna(e) essendo mantenuta(e) ad una distanza minima dal(i) rispettivo(i) bulbo(i) in modo che l'eccitazione sia iniziata e sostenuta dalla regione di campo vicino dell'antenna(e).

2. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 1, in cui più di un bulbo (2) e/o più di una antenna a microonde (3) sono presenti in un singolo complesso di bulbo(i) e antenna(e) compattati insieme.

3. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 2, in cui sono presenti almeno due bulbi (2) e una antenna (3).

4. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 3, in cui i bulbi (2) sono disposti in modo da circondare l'antenna (3).

5. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 2, in cui i bulbi (2) hanno sezioni trasversali di zone diverse.

6. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 1, in cui una antenna (3) è avvolta intorno ad uno o più bulbi (2) secondo un percorso elicoidale.

7. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 2, in cui sono presenti almeno due antenne (3) ed un bulbo (2), le antenne (3) essendo disposte in modo da circondare il bulbo (2).

8. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 7, in cui ogni antenna (3) determina una regione di illuminazione al plasma (10) vicino all'antenna

(3) all'interno del bulbo (2); le antenne (3) essendo azionate simultaneamente o alternativamente.

9. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 1, avente inoltre uno schermo di specchio concavo (5) che circonda sia il bulbo (2) sia l'antenna (3), l'antenna (3) essendo posta tra il bulbo (2) e lo schermo di specchio (5) in modo da bloccare tutte le microonde.

10. Lampada azionata a microonde (1) secondo la rivendicazione 1, in cui una antenna (2) ha fori distanziati (9) formati attraverso il suo conduttore esterno (8) e rivolti verso il bulbo (2).

p.p. CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

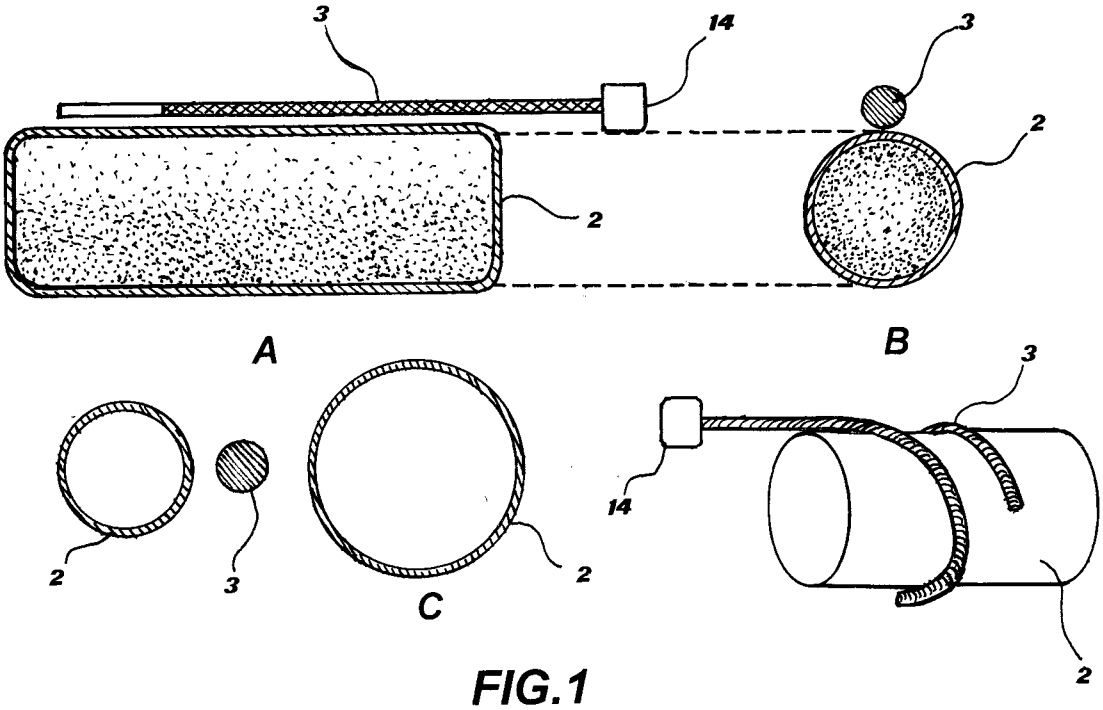


FIG.1

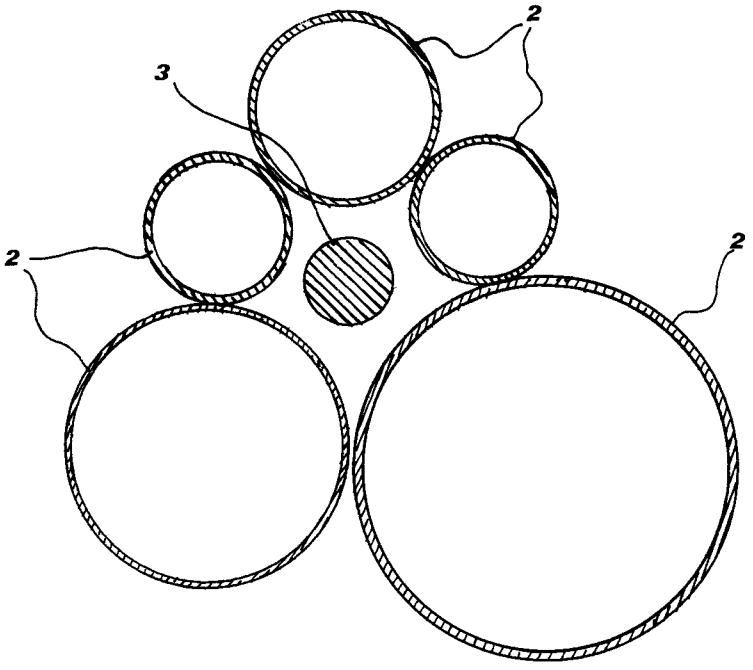


FIG.2

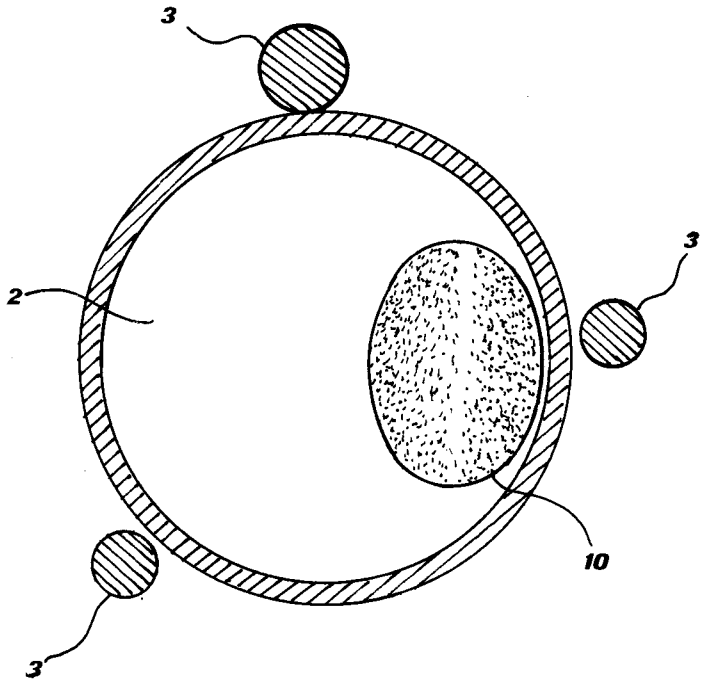


FIG.3

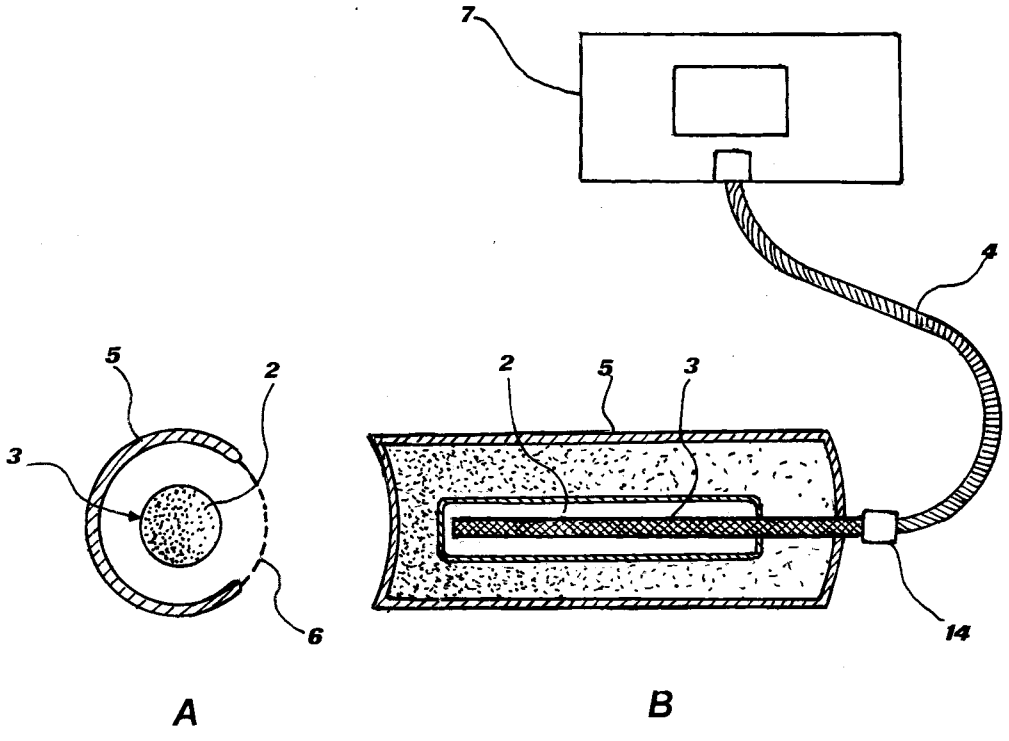


FIG.2

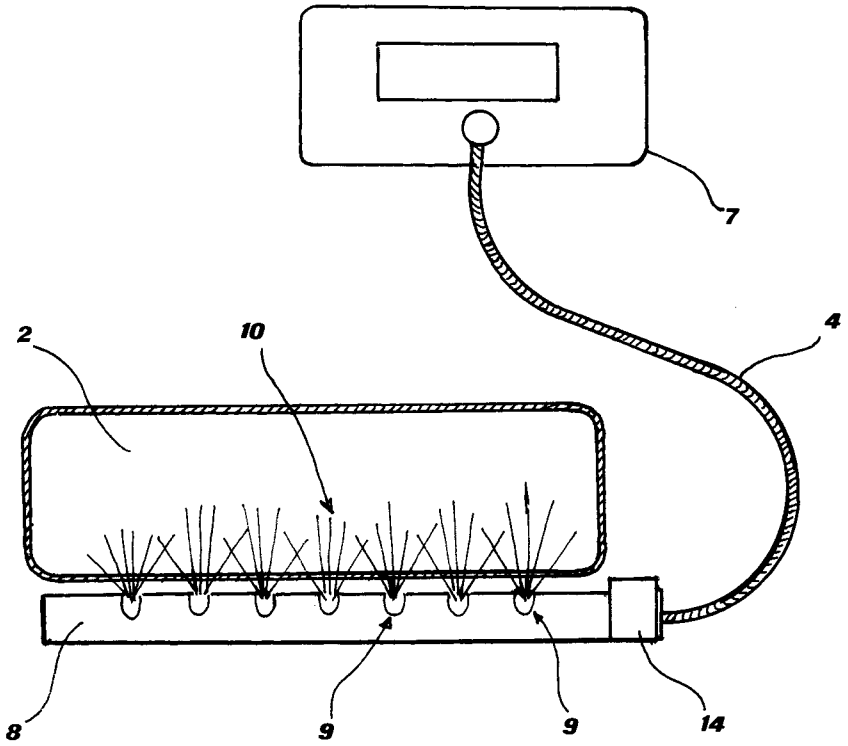

7
4
2
10
8
9
9
14

FIG. 5

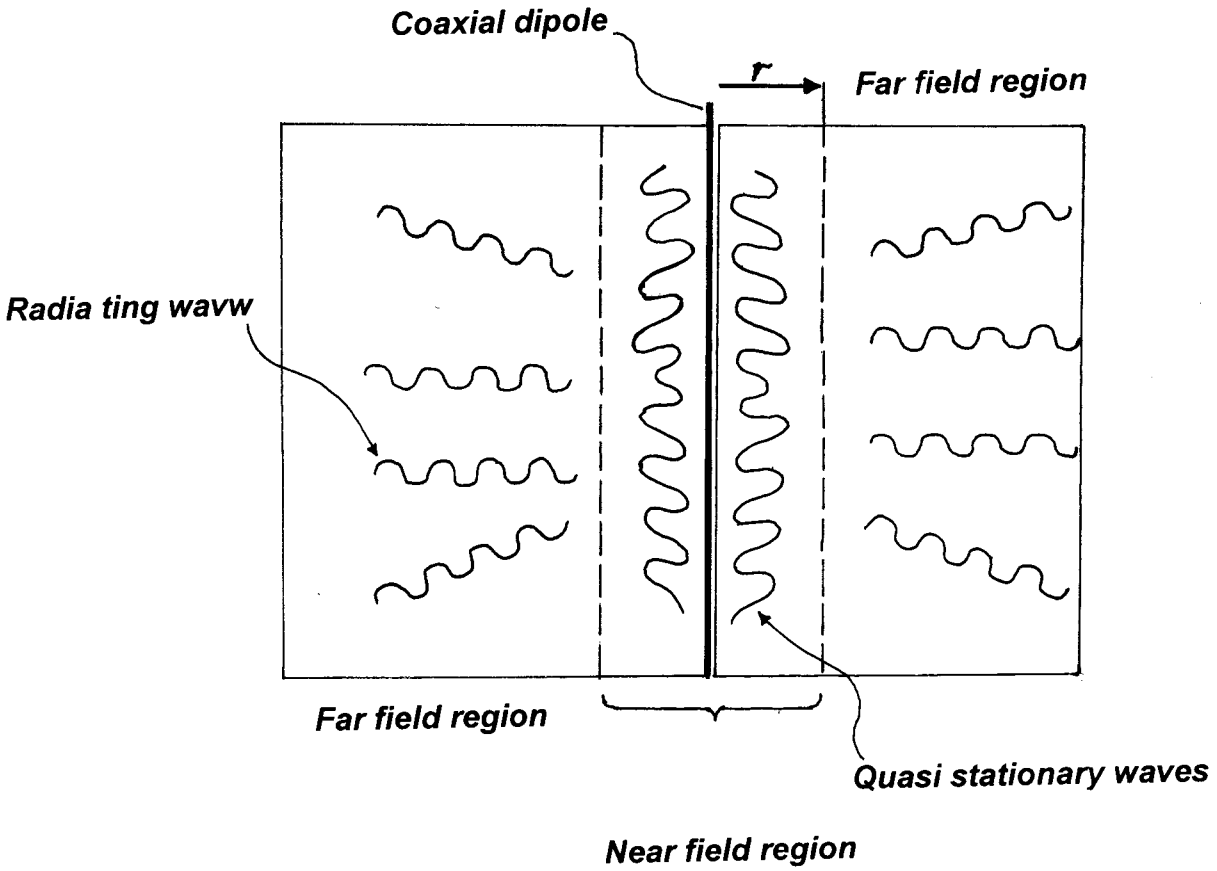

Coaxial dipole
r
Far field region
Radia ting wavw
Far field region
Quasi stationary waves
Near field region

FIG.6