

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-519915  
(P2004-519915A)

(43) 公表日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
HO 1 Q 13/08	HO 1 Q 13/08	5 J O 4 5
HO 1 Q 1/24	HO 1 Q 1/24	5 J O 4 7
HO 1 Q 5/01	HO 1 Q 5/01	5 K O 1 1
HO 1 Q 9/40	HO 1 Q 9/40	
HO 4 B 1/40	HO 4 B 1/40	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2002-570346 (P2002-570346)  
 (86) (22) 出願日 平成14年2月14日 (2002.2.14)  
 (85) 翻訳文提出日 平成14年12月17日 (2002.12.17)  
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2002/000460  
 (87) 国際公開番号 W02002/071541  
 (87) 国際公開日 平成14年9月12日 (2002.9.12)  
 (31) 優先権主張番号 0105441.0  
 (32) 優先日 平成13年3月3日 (2001.3.3)  
 (33) 優先権主張国 英国 (GB)  
 (81) 指定国 EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR) , CN, JP, KR

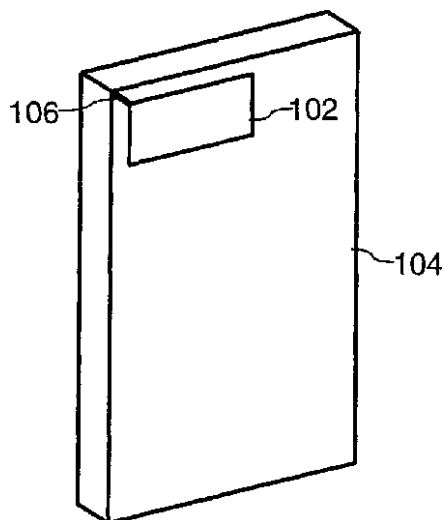
(71) 出願人 590000248  
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ  
 Koninklijke Philips Electronics N. V.  
 オランダ国 5621 ペーアー アインドーフエン フルーネヴァウツウェッハ 1  
 Groenewoudseweg 1, 5621 BA Eindhoven, The Netherlands  
 (74) 代理人 100087789  
 弁理士 津軽 進  
 (74) 代理人 100114753  
 弁理士 宮崎 昭彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線通信装置用のマルチバンドアンテナ装置

(57) 【要約】

アンテナ装置が、グランド面(104)と実質的に平行に支持されるパッチ導体(102)と、該パッチ導体に接続されるフィード導体(106)とを有している。このような装置は、従来の平面逆F型アンテナ(PIFA)と似ているが、既知のPIFAにおけるパッチ導体とグランド面との間に接続される追加のグランド導体が欠如している。このグランド導体の除去は、外部の回路によってマッチングが行われることを可能にし、それによってより良好なマッチングが実現されることを可能にし、従来のPIFAアンテナと同様の性能が低減された体積から実現されることも可能にする。これら利点は、とりわけデュアルバンド(又はマルチバンド)の動作について明らかであり、かかる動作では、デュアルバンドマッチング回路の使用によって、非常に小さく且つより簡略なアンテナの使用が可能にされる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

グラウンド面と実質的に平行に支持される実質的に平面のパッチ導体と、該パッチ導体に接続されるフィード導体とを有するアンテナ装置であって、

前記パッチ導体が、当該アンテナ装置の動作周波数において前記グラウンド面から電氣的に絶縁され、

前記フィード導体が、複数の別個の周波数において当該アンテナにマッチングを与えるマッチングネットワークに結合されるアンテナ装置。

**【請求項 2】**

前記グラウンド面が、前記パッチ導体から離れて配されるとともに、前記パッチ導体と同一の広がりをもつことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。 10

**【請求項 3】**

前記マッチングネットワークが、複数のマッチング回路に結合される複数の入力部と、前記複数のマッチング回路のうち 1 つを選択するスイッチング手段とを有し、前記スイッチング手段の出力部が、前記フィード導体に結合されることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の装置。

**【請求項 4】**

前記スイッチング手段が、MEMS スイッチを有することを特徴とする請求項 3 に記載の装置。

**【請求項 5】**

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のアンテナ装置を含む無線通信装置。 20

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、実質的に平面のパッチ導体を有するアンテナ装置及びこのような装置を組み込んだ無線通信装置に関する。

**【0002】****【従来技術】**

携帯電話機のような無線端末は、一般に、ノーマルモードヘリックス又はメアンダラインアンテナのような外部アンテナと、平面逆 F 型アンテナ (PIFA) 又は同様のアンテナのような内部アンテナとのどちらも組み込んでいる。 30

**【0003】****【発明が解決しようとする課題】**

このようなアンテナは、(波長に対して)短く、従って短いアンテナの根本的な制限のために狭帯域である。しかしながら、セル方式の無線通信システムは、通常、10%又はそれ以上の帯域幅の部分(フラクショナル)を有している。パッチアンテナの帯域幅とその体積との間には直接的な関係があるので、例えば PIFA からこのような帯域幅を実現することには、かなりの体積を要するが、小型の電話機に向かう現在の傾向では、そのような体積は容易に利用可能ではない。また、パッチの高さが増大するのにしたがって PIFA は共振時にリアクティブになり、このことは、帯域幅を改善するのに必要である。 40

**【0004】**

デュアルバンド用途の使用を目的としている PIFA は、通常、共通のフィードポイントをもつ 2 つの共振器を有している。このようなアンテナの一例は、欧州特許出願 EPO, 997, 974 に開示されており、この出願では、2 つの PIFA アンテナは、共通ポイントからフィードされ、共通のショートピンを共用している。しかしながら、複数の共振器の使用は、アンテナの体積をさらに増大させる。

**【0005】**

本発明の目的は、既知の PIFA よりも実質的により小さな体積を要する一方で、同様のデュアルバンド又はマルチバンド性能を供給する平面アンテナ装置を提供することである。

## 【0006】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の第1の態様によれば、グランド面と実質的に平行に支持される実質的に平面のパッチ導体と、このパッチ導体に接続されるフィード導体とを有するアンテナ装置であって、前記パッチ導体が、当該アンテナ装置の動作周波数において前記グランド面から電氣的に絶縁され、前記フィード導体が、複数の別個の周波数において当該アンテナにマッチング（整合）を与えるマッチングネットワークに結合されるアンテナ装置が提供される。

## 【0007】

このようなアンテナ装置は、パッチ導体とグランド面との間に接続されるグランド導体が無いという点において従来のPIFAとは異なる。このグランド導体を除去するとともに、外部回路とデュアルバンド（又はマルチバンド）マッチングを行うことによって、より良好なマッチングが周波数の広い範囲にわたって実現されることができ、従来のPIFAアンテナと同様の性能を、低減された体積から且つより簡略なアンテナで実現することが可能になる。

10

## 【0008】

本発明の第2の態様によれば、本発明によって作られたアンテナ装置を含む無線通信装置が提供される。

## 【0009】

本発明は、PIFAからグランドピンを除去するとともに、別個のマルチバンドマッチングネットワークを活用することによって、大きく低減されたアンテナの体積が可能になるという従来技術では与えられていない認識に基づいている。

20

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態は、添付図面を参照して、例として以下に記述されるであろう。

## 【0011】

各図面において、同じ参照符号が対応する特徴を示すために用いられている。

## 【0012】

図1に、電話機に搭載された平面逆L型アンテナ（PILA）の斜視図が示されている。このPILAは、電話機の一部を形成するグランド面104と平行に支持された矩形のパッチ導体102を有している。上記アンテナは、フィードピン106を介してフィードされる。このようなアンテナは、パッチ導体102をグランド面104に接続する追加のショートピンが無いという点において、PIFAとは異なっている。

30

## 【0013】

PIFAにおいては、ショートピンがマッチング機能を果たすけれども、このマッチングはある1つの周波数においてのみ効果的であり、他の周波数におけるマッチングが犠牲にされている。出願人の係属中の未公開の英国特許出願GB0101667.4（出願人整理番号PHGB010009）は、どのようにして従来のPIFAのショートピン及びフィードピンが、（各々のピンに反対向きの電流が流れる）差動モードにおいて短絡回路の伝送ラインを形成しているのかを示している。この伝送ラインは、マッチング機能（分流リアクタンス）を果たす。コモンモードでは、高い方へのインピーダンスの変化も行なわれる。しかしながら、生成されたマッチングはデュアルバンド（又はマルチバンド）用途に最適ではなく、一般的に、ディスクリット部品を用いれば、より良好なマッチングが生成されることができると述べている。

40

## 【0014】

GSM及びDCS周波数帯域において使用するためのPILAの実施の形態では、パッチ導体102は20×10mmの寸法を有しており、40×100×1mmの寸法であるグランド面104の8mm上側に位置している。フィードピン106は、パッチ導体102及びグランド面104の両方の角部に位置している。

## 【0015】

Ansolt社から入手可能な3次元高周波電磁界シミュレータ（HFSS）を用いて

50

、（マッチングさせていない）この実施の形態のリターンロス $S_{11}$ のシミュレーションが行なわれ、800 MHzと3000 MHzとの間の周波数 $f$ に関して図2に示されている結果を得た。同じ周波数範囲にわたって、この実施の形態のシミュレーションされたインピーダンスを図示するスミスチャートが、図3に示されている。レスポンスは、低周波数において容量的であり、高周波数において誘導的である。抵抗は、全周波数帯域にわたって、10 と300 との間においてのみ変化し、このことは、グランド面104の影響に依るところが大きい。

#### 【0016】

このインピーダンス特性により、フィードピン106とグランド面104との間に接続された分流LC共振回路を用いて広帯域にマッチングを与えることが簡単になる。双方が一定の50のQ値を持つものとして見なされる、1 nHのインダクタンス及び8 pFのキャパシタンスを用いて、上記共振回路を介してフィードされる、図1に示されたPILAのシミュレーションが行なわれた。双方の場合において800 MHzと3000 MHzとの間の周波数 $f$ に関して、リターンロス $S_{11}$ の結果が図4に示されるとともに、図5にスミスチャートが示されている。LC共振回路が、上記アンテナの帯域幅を大幅に改善した広帯域/デュアルバンドのレスポンスを供給することは明らかである。

10

#### 【0017】

しかしながら、単純な分流LCマッチングは明らかに最善策ではなく、以下の方策を含む範囲によって更に改善されることが可能である。

- ・ パッチ導体102又はグランド面104の寸法（ディメンジョン）を変更する方策。
- ・ 直列LC共振器を加える方策。
- ・ 通常のL型、型又はT型のマッチング回路をさらに加える方策。

20

当業者であれば、これら方策の全ての使用に通じているであろう。

#### 【0018】

上記PILA構造は、デュアルバンドマッチング回路を介してフィードされるように変更することもできる。GSM及びDCS-1800の用途に適した回路の例が図6に示されており、この図6において使用されている部品は以下の値を有する。すなわち、 $C_1$ が1.2 pF、 $L_1$ が6.5 nH、 $C_2$ が3 pF、 $L_2$ が6.9 nHである。使用に際して、上記マッチング回路は、接続部 $P_1$ 及び $P_2$ の両端の50 ソースからフィードされ、 $P_3$ はフィードピン106に接続され、 $P_4$ はグランド面104に接続されている。

30

#### 【0019】

図6に示されているこのようなデュアルバンドマッチング回路を介してフィードされる、図1に示されているPILAのシミュレーションが行なわれた。双方の場合において800 MHzと3000 MHzとの間の周波数 $f$ に関して、リターンロス $S_{11}$ の結果が図7に示され、スミスチャートが図8に示されている。2つの共振の中心は、120 MHzの3 dB帯域幅に関して920 MHzと、350 MHzの3 dB帯域幅に関して1810 MHzとである。この性能は、従来のデュアルバンドPIFA構造の性能に近い。しかしながら、このような従来のデュアルバンドPIFAは、通常、 $30 \times 30 \times 8$  mmの寸法を有し、 $7200 \text{ mm}^3$ の体積を生成する。この体積は、図1のPILAの体積 $1600 \text{ mm}^3$ の4倍以上になる。

40

#### 【0020】

それぞれのマッチング回路の部品が50のQ値を持つものとして見なされるアンテナの効率は、GSMについて40%、DCSについて70%である。ここでもまた、上記効率は、従来のPIFA設計の一般的な効率に近い。リターンロス及び効率がさらに最適化されうことは明らかであろう。

#### 【0021】

他の実施の形態は、本発明によって作られたアンテナ装置の広い適用可能性を実証している。図1に示されているものと同じ寸法を有するPILAは、図9に示されている切り換え式の5つの帯域のマッチング回路を介して駆動される。このようなマルチプレクサ回路は、出願人の係属中の未公開の国際特許出願PCT/EP01/06760（出願人整理

50

番号 P H G B 0 0 0 0 8 3 ) に開示されている回路に基づいている。この回路は、R F 信号をフィードピン 1 0 6 に結合する出力部 9 0 2 と、入力ソースを選択する 5 方向のスイッチ 9 0 4 とを有している。ここには次の 6 つの入力部があり、すなわち、U M T S 受信部 9 0 6 及び U M T S 送信部 9 0 8 と、D C S 受信部 9 1 0 及び D C S 送信部 9 1 2 と、G S M 受信部 9 1 4 及び G S M 送信部 9 1 6 とである。

【 0 0 2 2 】

U M T S 信号は、(周波数分割デュプレックス動作を可能にするために)ダイプレクサ 9 1 8 と、1 . 5 p F のキャパシタ  $C_1$  を有するマッチングネットワークとを介してフィードされる。前記マッチングネットワークのその他の部分(アーム)における部品の値は、 $C_2$  が 1 . 4 p F、 $L_1$  が 0 . 7 5 n H、 $L_2$  が 1 0 n H、 $L_3$  が 1 4 n H、 $L_4$  が 1 3 n H、 $L_5$  が 1 0 n H、 $C_3$  が 0 . 7 5 p F である。U M T S のマッチングは 5 0 システム用に設計された一方で、G S M 及び D C S 伝送は 1 0 用に、G S M 及び D C S 受信は 2 5 0 用に設計された。このことは、このようなマルチプレクサ装置の特有の利点、すなわち、各々の帯域について周波数とインピーダンス特性との双方の個別のマッチングが可能になり、大いに最適化された性能を可能にするという利点を実証する。

10

【 0 0 2 3 】

図 9 の 5 つの帯域のマッチング回路を介してフィードされる図 1 の P I L A のシミュレーションが行なわれた。これらに関して、スイッチ 9 0 4 は、5 つのレジスタとして、すなわち(5 0 システムの 0 . 2 d B に相当する)選択されたブランチに対する 2 . 2 5 レジスタと、(5 0 システムの 3 0 d B に相当する)他のブランチに対する 5 0 k レジスタとしてシミュレーションされた。この品質のスイッチは、マイクロエレクトロメカニカルシステム(M E M S )により簡略に実現されるべきである。

20

【 0 0 2 4 】

8 0 0 M H z と 3 0 0 0 M H z との間の周波数  $f$  に関するリターンロス  $S_{11}$  のシミュレーションされた結果が、U M T S ブランチ(分岐)に関して図 1 0 に示されるとともに、同じ周波数範囲にわたるインピーダンスのスミスチャートが図 1 1 に示され、G S M 伝送ブランチに関する結果が図 1 2 に示されるとともに、そのスミスチャートが図 1 3 に示されている。全てのブランチに関する結果は、以下の表 1 により要約されている。

【 0 0 2 5 】

【表 1】

30

帯域	周波数 (MHz)	帯域幅	効率	絶縁
UMTS	1900-2170	6dB	65%	60dB
DCS Rx	1805-1880	10dB	60%	50dB
DCS Tx	1710-1785	10dB	70%	50dB
GSM Rx	935-960	10dB	60%	40dB
GSM Tx	890-915	10dB	50%	40dB

40

【 0 0 2 6 】

この表において、帯域幅は、特定の周波数帯域にわたる  $S_{11}$  の最大値(の負性)を示している。各帯域幅はすべてが全く受け入れ可能であり、効率も同様である。絶縁値は、マルチプレクサネットワークが、スイッチ 9 0 4 により与えられる絶縁を超える追加の絶縁を与えることを示しており、このことは多くの実施の形態において有用になり得る。

【 0 0 2 7 】

この実施の形態は、マルチバンドマッチングネットワークと共に非常にコンパクトな P I L A が、異なる周波数における通信帯域の範囲にわたって非常に良好な性能を供給できる

50

ということを実証する。

【0028】

上記に説明された実施の形態においては、マッチング部品の全てがアンテナの外側にあったけれども、例えば、アンテナを支持する低損失基板によりマッチング機能がアンテナ構造自身で果たされることも可能である。このことは、例えばより高いQ値のインダクタの含有を可能にし得る。

【0029】

本明細書の開示を読むことから、当業者であれば他の変形が明らかであろう。このような変形は、アンテナ装置のデザイン、製造及び使用並びにその部品において既に知られている他の特徴や、本明細書において既に述べた特徴に代えて、又はそれに加えて用いられ得る特徴を含んでいてもよい。

10

【0030】

本明細書及び特許請求の範囲において、構成要素の前に付された「a」又は「an」は、複数のそのような構成要素の存在を除外するものではない。また、「有する (comprising)」は、列挙されている構成要素又はステップ以外の他の構成要素又はステップの存在を除外するものではない。

【図面の簡単な説明】

【図1】電話機に搭載された平面逆L型アンテナ (PILA) の斜視図である。

【図2】マッチングさせていない図1のPILAの周波数  $f$  (MHz) に対するシミュレーションされたリターンロス  $S_{11}$  (dB) のグラフである。

20

【図3】800 ~ 3000 MHz の周波数範囲にわたる、図1のPILAのシミュレーションされたインピーダンスを示すスミスチャートである。

【図4】分流LC共振回路を介して駆動される図1のPILAの周波数  $f$  (MHz) に対するリターンロス  $S_{11}$  (dB) のグラフである。

【図5】800 ~ 3000 MHz の周波数範囲にわたる、分流LC共振回路を介して駆動される図1のPILAのインピーダンスを示すスミスチャートである。

【図6】デュアルバンドマッチング回路の回路図である。

【図7】図6のマッチング回路を介して駆動される図1のPILAの周波数  $f$  (MHz) に対するシミュレーションされたリターンロス  $S_{11}$  (dB) のグラフである。

【図8】図6のマッチング回路を介して駆動される800 ~ 3000 MHz の周波数範囲にわたる、図1のPILAのシミュレーションされたインピーダンスを示すスミスチャートである。

30

【図9】UMTS, DCS-1800及びGSMに関する5つの帯域のマッチングネットワークの回路図である。

【図10】図9のUMTSマッチング回路を介して駆動される図1のPILAの周波数  $f$  (MHz) に対するシミュレーションされたリターンロス  $S_{11}$  (dB) のグラフである。

【図11】図9のUMTSマッチング回路を介して駆動される800 ~ 3000 MHz の周波数範囲にわたる、図1のPILAのシミュレーションされたインピーダンスを示すスミスチャートである。

40

【図12】図9のGSM Txマッチング回路を介して駆動される図1のPILAの周波数  $f$  (MHz) に対するシミュレーションされたリターンロス  $S_{11}$  (dB) のグラフである。

【図13】図9のGSM Txマッチング回路を介して駆動される800 ~ 3000 MHz の周波数範囲にわたる、図1のPILAのシミュレーションされたインピーダンスを示すスミスチャートである。

## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

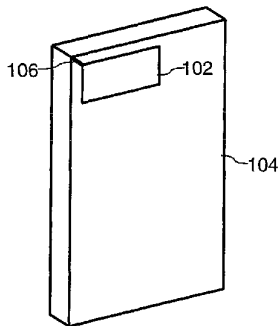
(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
12 September 2002 (12.09.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/071541 A1

- (51) International Patent Classification: H01Q 5/00, 9/04 (72) Inventor: BOYLE, Kevin, R., Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (21) International Application Number: PCT/IB02/00460 (74) Agent: SCOTT, Kevin, J., Internationaal Octrooibureau B.V., Prof. Holslaan 6, NL-5656 AA Eindhoven (NL).
- (22) International Filing Date: 14 February 2002 (14.02.2002)
- (25) Filing Language: English (81) Designated States (national): CN, JP, KR.
- (26) Publication Language: English (84) Designated States (regional): European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Priority Data: 0105441.0 3 March 2001 (03.03.2001) GB Published: with international search report
- (71) Applicant: KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V. [NL/NL]; Groenewoudseweg 1, NL-5621 BA Eindhoven (NL). For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: MULTIBAND ANTENNA ARRANGEMENT FOR RADIO COMMUNICATIONS APPARATUS



(57) Abstract: An antenna arrangement comprises a patch conductor (102) supported substantially parallel to a ground plane (104) and a feed conductor (106) connected to the patch conductor. Such an arrangement is similar to a conventional Planar Inverted-F Antenna (PIFA), but lacks the additional grounding conductor connected between the patch conductor and the ground plane in known PIFAs. Elimination of this grounding conductor enables matching to be performed by external circuitry, thereby enabling a better match to be achieved and enabling similar performance to conventional PIFA antennas to be achieved from a reduced volume. These advantages are particularly apparent for dual-band (or multi-band) operation, where the use of a dual-band matching circuit allows a much smaller and less complex antenna to be used.

WO 02/071541 A1

## DESCRIPTION

## MULTIBAND ANTENNA ARRANGEMENT FOR RADIO COMMUNICATIONS APPARATUS

Technical Field

5 The present invention relates to an antenna arrangement comprising a substantially planar patch conductor, and to a radio communications apparatus incorporating such an arrangement.

Background Art

10 Wireless terminals, such as mobile phone handsets, typically incorporate either an external antenna, such as a normal mode helix or meander line antenna, or an internal antenna, such as a Planar Inverted-F Antenna (PIFA) or similar.

Such antennas are small (relative to a wavelength) and therefore, owing to the fundamental limits of small antennas, narrowband. However, cellular  
15 radio communication systems typically have a fractional bandwidth of 10% or more. To achieve such a bandwidth from a PIFA for example requires a considerable volume, there being a direct relationship between the bandwidth of a patch antenna and its volume, but such a volume is not readily available with the current trends towards small handsets. Further, PIFAs become  
20 reactive at resonance as the patch height is increased, which is necessary to improve bandwidth.

A PIFA intended for use in a dual-band application typically comprises two resonators with a common feed point. An example of such an antenna is disclosed in European patent application EP 0,997,974, in which two PIFA  
25 antennas are fed from a common point and share a common shorting pin. However, use of multiple resonators further increases the antenna volume.

Disclosure of Invention

30 An object of the present invention is to provide a planar antenna arrangement requiring a substantially smaller volume than known PIFAs while providing similar dual-band or multi-band performance.

According to a first aspect of the present invention there is provided an antenna arrangement comprising a substantially planar patch conductor



WO 02/071541

PCT/IB02/00460

2

supported substantially parallel to a ground plane and a feed conductor connected to the patch conductor, wherein the patch conductor is electrically insulated from the ground plane at operational frequencies of the antenna arrangement and wherein the feed conductor is coupled to a matching network arranged to provide a match to the antenna at a plurality of discrete frequencies.

Such an antenna arrangement differs from a conventional PIFA in that there is no grounding conductor connected between the patch conductor and the ground plane. By eliminating this grounding conductor and performing dual-band (or multi-band) matching with external circuitry, a better match can be achieved over a wide range of frequencies, enabling similar performance to conventional PIFA antennas to be achieved from a reduced volume and with a less complex antenna.

According to a second aspect of the present invention there is provided a radio communications apparatus including an antenna arrangement made in accordance with the present invention.

The present invention is based upon the recognition, not present in the prior art, that by eliminating the grounding pin from a PIFA and making use of a separate multi-band matching network, a significantly reduced antenna volume is possible.

#### Brief Description of Drawings

Embodiments of the present invention will now be described, by way of example, with reference to the accompanying drawings, wherein:

Figure 1 is a perspective view of a Planar Inverted L Antenna (PILA) mounted on a handset;

Figure 2 is a graph of simulated return loss  $S_{11}$  in dB against frequency  $f$  in MHz for the PILA of Figure 1 without matching;

Figure 3 is a Smith chart showing the simulated impedance of the PILA of Figure 1 over the frequency range 800 to 3000MHz;

Figure 4 is a graph of return loss  $S_{11}$  in dB against frequency  $f$  in MHz for the PILA of Figure 1 driven via a shunt LC resonant circuit;

Figure 5 is a Smith chart showing the impedance of the PILA of Figure 1 driven via a shunt LC resonant circuit over the frequency range 800 to 3000MHz;

Figure 6 is a circuit diagram of a dual-band matching circuit;

5 Figure 7 is a graph of simulated return loss  $S_{11}$  in dB against frequency  $f$  in MHz for the PILA of Figure 1 driven via the matching circuit of Figure 6;

Figure 8 is a Smith chart showing the simulated impedance of the PILA of Figure 1 over the frequency range 800 to 3000MHz driven via the matching circuit of Figure 6;

10 Figure 9 is a circuit diagram of a five-band matching network for UMTS, DCS1800 and GSM;

Figure 10 is a graph of simulated return loss  $S_{11}$  in dB against frequency  $f$  in MHz for the PILA of Figure 1 driven via the UMTS matching circuit of Figure 9;

15 Figure 11 is a Smith chart showing the simulated impedance of the PILA of Figure 1 over the frequency range 800 to 3000MHz driven via the UMTS matching circuit of Figure 9;

Figure 12 is a graph of simulated return loss  $S_{11}$  in dB against frequency  $f$  in MHz for the PILA of Figure 1 driven via the GSM Tx matching circuit of Figure 9;

20 Figure 13 is a Smith chart showing the simulated impedance of the PILA of Figure 1 over the frequency range 800 to 3000MHz driven via the GSM Tx matching circuit of Figure 9;

25 In the drawings the same reference numerals have been used to indicate corresponding features.

#### Modes for Carrying Out the Invention

A perspective view of a Planar Inverted L Antenna (PILA) mounted on a handset is shown in Figure 1. The PILA comprises a rectangular patch conductor 102 supported parallel to a ground plane 104 forming part of the handset. The antenna is fed via a feed pin 106. Such an antenna differs from a PIFA in that there is no additional shorting pin connecting the patch conductor 102 to the ground plane 104.

In a PIFA the shorting pin performs a matching function, but this match is only effective at one frequency and is at the expense of the match at other frequencies. Our co-pending unpublished United Kingdom patent application GB0101667.4 (Applicant's reference PHGB010009) shows how the shorting  
5 and feed pins of a conventional PIFA form a short circuit transmission line in differential mode (with oppositely-directed currents on each pin). This transmission line performs a matching function (shunt reactance). An upward impedance transformation is also performed in the common mode. However, the matching produced is not optimal for dual-band (or multi-band) applications  
10 and a better match can generally be produced using discrete components.

In an example embodiment of a PIFA for use in GSM and DCS frequency bands, the patch conductor 102 has dimensions 20×10mm and is located 8mm above the ground plane 104 which measures 40×100×1mm. The feed pin 106 is located at a corner of both the patch conductor 102 and ground  
15 plane 104.

The return loss  $S_{11}$  of this embodiment (without matching) was simulated using the High Frequency Structure Simulator (HFSS), available from Ansoft Corporation, with the results shown in Figure 2 for frequencies  $f$  between 800 and 3000MHz. A Smith chart illustrating the simulated  
20 impedance of this embodiment over the same frequency range is shown in Figure 3. The response is capacitive at low frequencies and inductive at high frequencies. The resistance only varies between 10 and 30Ω over the entire frequency range, due largely to the influence of the ground plane 104.

This impedance characteristic makes it straightforward to apply  
25 wideband matching using a shunt LC resonant circuit connected between the feed pin 106 and ground plane 104. Simulations of the PIFA shown in Figure 1 fed via such a resonant circuit were performed, using an inductance of 1nH and a capacitance of 8pF, both assumed to have a constant Q of 50. Results for return loss  $S_{11}$  are shown in Figure 4 and a Smith chart is shown in Figure  
30 5, in both cases for frequencies  $f$  between 800 and 3000MHz. It is clear that the LC resonant circuit provides a wideband/dual-band response with a greatly improved the antenna bandwidth.

However, the simple shunt LC matching is clearly not optimal, and could be further improved by a range of measures, including:

- changing the dimensions of the patch conductor 102 or ground plane 104;
- adding a series LC resonator; and
- 5 • adding a more conventional L,  $\Pi$  or T matching circuit.

Use of all of these measures will be familiar to those skilled in the art.

The PILA structure is also amenable to being fed via a dual-band matching circuit. An example of a suitable circuit for GSM and DCS1800 applications is shown in Figure 6, where the components used have the following values:  $C_1$  is 1.2pF;  $L_1$  is 6.5nH;  $C_2$  is 3pF and  $L_2$  is 6.9nH. In use, the matching circuit is fed from a 50 $\Omega$  source across connections  $P_1$  and  $P_2$ ,  $P_3$  is connected to the feed pin 106 and  $P_4$  is connected to the ground plane 104.

Simulations of the PILA shown in Figure 1 fed via such the dual-band matching circuit shown in Figure 6 were performed. Results for return loss  $S_{11}$  are shown in Figure 7 and a Smith chart is shown in Figure 8, in both cases for frequencies  $f$  between 800 and 3000MHz. The two resonances are centred on 920MHz, with a 3dB bandwidth of 120MHz, and 1810MHz, with a 3dB bandwidth of 350MHz. This performance is close to that of conventional dual-band PIFA structure. However, such a conventional dual-band PIFA would typically have dimensions of 30 $\times$ 30 $\times$ 8mm, generating a volume of 7200mm<sup>3</sup>, which is more than four times the 1600mm<sup>3</sup> volume of the PILA of Figure 1.

The efficiency of the antenna, assuming each of the matching circuit components to have a Q of 50, is 40% for GSM and 70% for DCS. Again, this is close to the typical efficiency of conventional PIFA designs. It will be apparent that the return loss and efficiency could be optimised further.

A further embodiment demonstrates the wide applicability of an antenna arrangement made in accordance with the present invention. A PILA having the same dimensions as that shown in Figure 1 is driven via a switched five-band matching circuit, shown in Figure 9. Such a multiplexer circuit is based on one disclosed in our co-pending unpublished International patent application PCT/EP01/06760 (Applicant's reference PHGB000083). It comprises an output 902 for coupling RF signals to the feed pin 106 and a

five-way switch 904 for selecting an input source. There are six inputs: UMTS receive 906 and transmit 908; DCS receive 910; DCS transmit 912; GSM receive 914; and GSM transmit 916.

UMTS signals are fed via a diplexer 918 (to permit frequency division duplex operation) and a matching network comprising a 1.5pF capacitor  $C_1$ . The component values in the other arms of the matching network are:  $C_2$  is 1.4pF;  $L_1$  is 0.75nH;  $L_2$  is 10nH;  $L_3$  is 14nH;  $L_4$  is 13nH;  $L_5$  is 10nH; and  $C_3$  is 0.75pF. The matching for UMTS was designed for a 50 $\Omega$  system, while that for GSM and DCS transmit was designed for 10 $\Omega$  and that for GSM and DCS receive for 250 $\Omega$ . This demonstrates a particular advantage of such a multiplexer arrangement: individual matching of both frequency and impedance characteristics for each band is possible, enabling significantly optimised performance.

Simulations of the PILA of Figure 1 fed via the five-band matching circuit of Figure 9 were performed. For these, the switch 904 was modelled as five resistors: a 2.25 $\Omega$  resistor to the selected branch (equivalent to 0.2dB in a 50 $\Omega$  system) and a 50k $\Omega$  resistor to the other branches (equivalent to 30dB in a 50 $\Omega$  system). Switches of this quality should be easily achievable with Micro ElectroMagnetic Systems (MEMS).

Simulated results for return loss  $S_{11}$  for frequencies  $f$  between 800 and 3000MHz are shown in Figure 10 for the UMTS branch, together with a Smith chart of impedance over the same frequency range in Figure 11, and in Figure 12 for the GSM transmit branch, together with a Smith chart in Figure 13. Results for all the branches are summarised by the following table:

Band	Frequency (MHz)	Bandwidth	Efficiency	Isolation
UMTS	1900–2170	6dB	65%	60dB
DCS Rx	1805–1880	10dB	60%	50dB
DCS Tx	1710–1785	10dB	70%	50dB
GSM Rx	935–960	10dB	60%	40dB
GSM Tx	890–915	10dB	50%	40dB

WO 02/071541

PCT/IB02/00460

7

In this table, bandwidth indicates the (negative of the) maximum value of  $S_{11}$  over the particular frequency band. The bandwidths are all quite acceptable, as are the efficiencies. The isolation figures indicate that the multiplexer network provides additional isolation over that provided by the switch 904,  
5 which may be useful in many embodiments.

This embodiment demonstrates that a very compact PILA together with a multi-band matching network can provide very good performance over a range of communication bands at different frequencies.

Although in the embodiments discussed above all of the matching  
10 components were external to the antenna, some of the matching function could be performed on the antenna structure itself, for example making use of a low loss substrate supporting the antenna. This could enable inclusion of higher Q inductors, for example.

From reading the present disclosure, other modifications will be  
15 apparent to persons skilled in the art. Such modifications may involve other features which are already known in the design, manufacture and use of antenna arrangements and component parts thereof, and which may be used instead of or in addition to features already described herein.

In the present specification and claims the word "a" or "an" preceding an  
20 element does not exclude the presence of a plurality of such elements. Further, the word "comprising" does not exclude the presence of other elements or steps than those listed.

WO 02/071541

PCT/IB02/00460

8

## CLAIMS

1. An antenna arrangement comprising a substantially planar patch conductor supported substantially parallel to a ground plane and a feed conductor connected to the patch conductor, wherein the patch conductor is electrically insulated from the ground plane at operational frequencies of the antenna arrangement and wherein the feed conductor is coupled to a matching network arranged to provide a match to the antenna at a plurality of discrete frequencies.

10

2. An arrangement as claimed in claim 1, characterised in that the ground plane is spaced from, and co-extensive with, the patch conductor.

3. An arrangement as claimed in claim 1 or 2, characterised in that the matching network comprises a plurality of inputs coupled to a plurality of matching circuits and switching means to select one of the plurality of matching circuits, and in that the output of the switching means is coupled to the feed conductor.

15

4. An arrangement as claimed in claim 3, characterised in that the switching means comprises MEMS switches.

5. A radio communications apparatus including an antenna arrangement as claimed in any one of claims 1 to 4.

20

25

WO 02/071541

PCT/IB02/00460

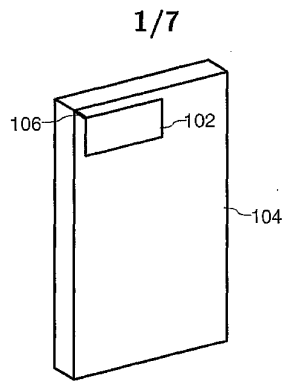


FIG. 1

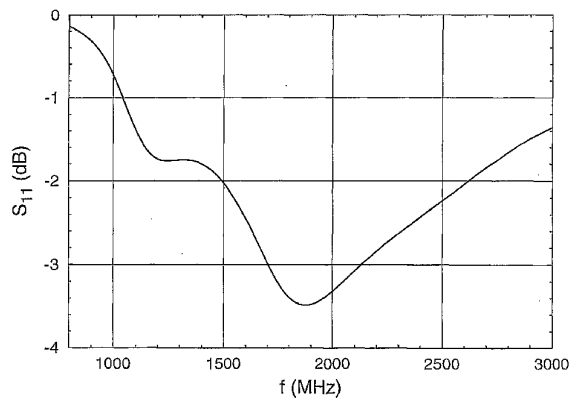


FIG. 2



WO 02/071541

PCT/IB02/00460

2/7

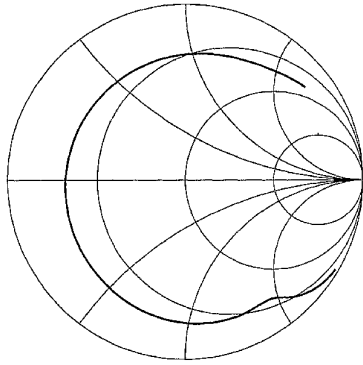


FIG. 3

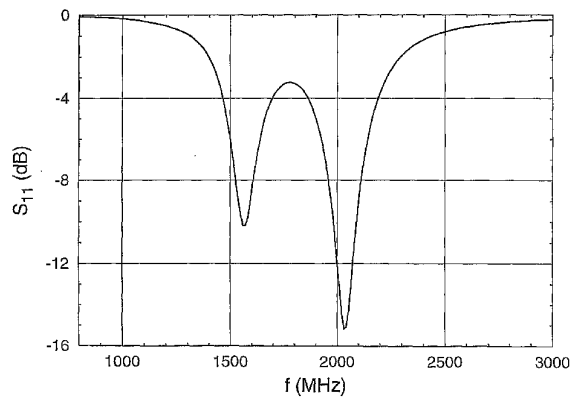


FIG. 4

3/7

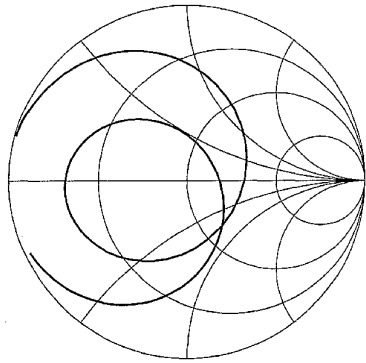


FIG. 5

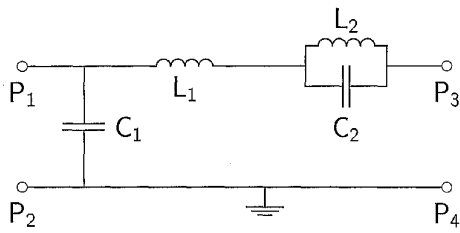


FIG. 6

WO 02/071541

PCT/IB02/00460

4/7

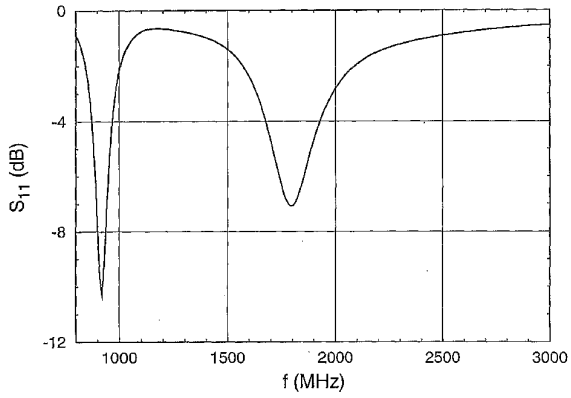


FIG. 7

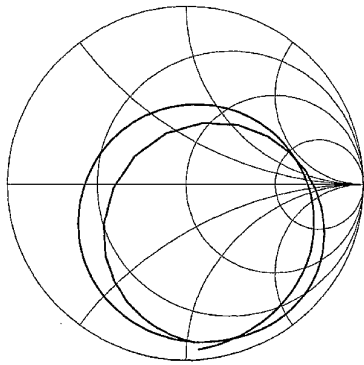


FIG. 8

5/7

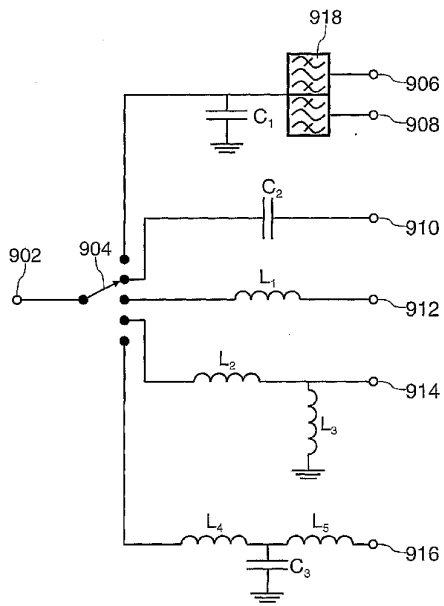


FIG. 9

WO 02/071541

PCT/IB02/00460

6/7

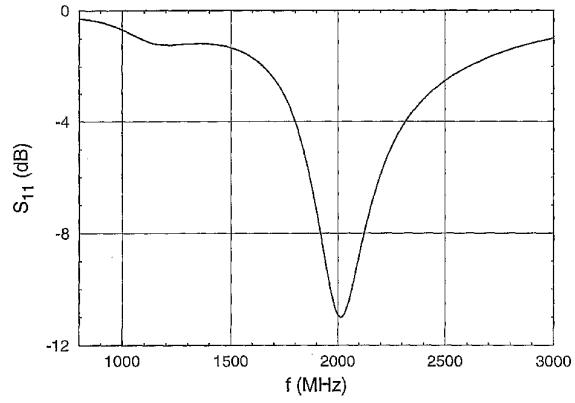


FIG. 10

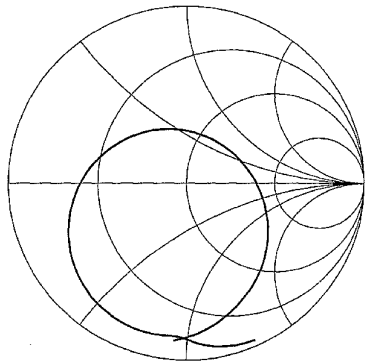


FIG. 11

WO 02/071541

PCT/IB02/00460

7/7

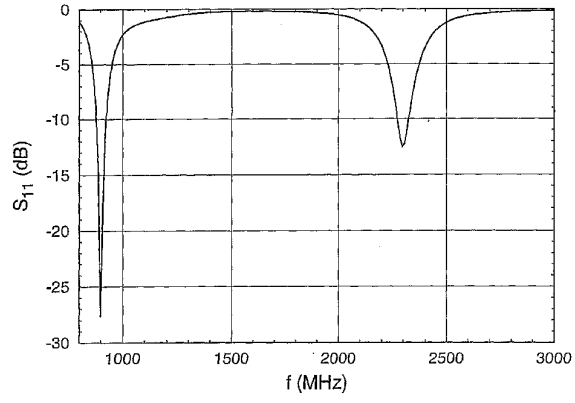


FIG. 12

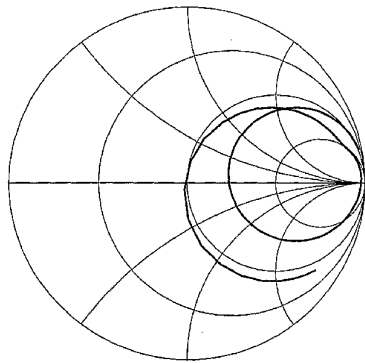


FIG. 13

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inventional Application No PCT/IB 02/00460
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 H01Q5/00 H01Q9/04		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 H01Q		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 969 681 A (O'NEILL JR GREGORY A) 19 October 1999 (1999-10-19) column 3, line 15 -column 10, line 22; claims 1-5,21; figures 1-5,8	1-5
A	EP 0 892 459 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 20 January 1999 (1999-01-20) abstract column 1, line 1 -column 7, line 54; claims 1-9; figures 1-5	1,2,5
A	US 4 827 266 A (SATO SHINICHI ET AL) 2 May 1989 (1989-05-02) column 1, line 56 -column 3, line 60; figures 1-7	1,2
	--- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents:		
*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report	
3 May 2002	15/05/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentkanal 2 NL - 2280 PV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo.nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer van Norel, J	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCI/IB 02/00460
C:(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	DE 198 22 371 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25 November 1999 (1999-11-25) abstract column 1, line 24 -column 6, line 32; figures 1-3	1,2
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 01, 30 January 1998 (1998-01-30) -& JP 09 232854 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD), 5 September 1997 (1997-09-05) abstract	1,2,5
A	EP 1 052 722 A (NOKIA MOBILE PHONES LTD) 15 November 2000 (2000-11-15) the whole document	1,2,5

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1999)



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
 information on patent family members

Inventor's International Application No  
 PCT/JP 02/00460

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5969681	A	19-10-1999	AU 4310799 A 20-12-1999
			CN 1304565 T 18-07-2001
			EP 1095427 A1 02-05-2001
			WO 9963623 A1 09-12-1999
EP 0892459	A	20-01-1999	FI 972897 A 09-01-1999
			EP 0892459 A1 20-01-1999
			FI 981571 A 09-01-1999
			US 6140966 A 31-10-2000
US 4827266	A	02-05-1989	JP 61196603 A 30-08-1986
DE 19822371	A	25-11-1999	DE 19822371 A1 25-11-1999
			WO 9960662 A1 25-11-1999
			EP 1086509 A1 28-03-2001
JP 09232854	A	05-09-1997	NONE
EP 1052722	A	15-11-2000	GB 2349982 A 15-11-2000
			EP 1052722 A2 15-11-2000
			JP 2000332530 A 30-11-2000

---

フロントページの続き

(74)代理人 100121083

弁理士 青木 宏義

(72)発明者 ボイレ ケヴィン アール

オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフェン プロフ ホルストラーン 6

Fターム(参考) 5J045 AA03 AB05 DA10 FA08 GA04 JA11 NA03

5J047 AA03 AA07 AB06 AB13 FD01

5K011 DA02 DA27 EA06 JA01