

明細書

複合磁性体および電磁干渉抑制体

技術分野

本発明は、高周波領域特にマイクロ波帯用の電磁干渉抑制体に関し、特にそのための複合磁性材料に関するものである。

背景技術

近年、デジタル電子機器をはじめ高周波を利用する電子機器類の普及が進み、中でも準マイクロ波帯あるいはマイクロ波帯を使用する移動通信機器類の普及がめざましい。このような、携帯電話に代表される移動体通信機器では、小型化・軽量化の要求が顕著であり、電子部品の高密度実装化が最大の技術課題となっている。従って、過密に実装された電子部品類やプリント配線あるいはモジュール間配線等が互いに極めて接近することになり、さらには、信号処理速度の高速化も図られている為、静電結合および／または電磁結合による線間結合の増大化や放射ノイズによる干渉などが生じ、機器の正常な動作を妨げる事態が少なからず生じている。

このようないわゆる高周波電磁障害に対して従来は、主に導体シールドを施す事による対策がなされてきた。

しかしながら、導体シールドは、空間とのインピーダンス不整合に起因する電磁波の反射を利用する電磁障害対策である為に、遮蔽効果は得られても不要輻射源からの反射による電磁結合が助長される欠点がある。その欠点を解決するために、二次的な電磁障害対策として、磁性体の磁気損失、即ち虚数部透磁率 μ'' を利用した不要輻射の抑制が有効であると考えられる。

ここで、不要輻射の吸収効率は、 $\mu'' > \mu'$ なる周波数範囲において、 μ'' の大きさに見合って高まることが知られている。従って、マイクロ波帯にて大きな磁気損失を得るためには、実数部透磁率がVHF帯(30MHz～300MHz)、準マイクロ波帯(300MHz～3GHz)、ないしはマイクロ波帯の低周波側

(3 GHz ~ 概ね 10 GHz) にて磁気共鳴により減衰する特性を実現する必要がある。

そこで本発明は、VHF帯乃至マイクロ波帯に磁気共鳴が現れ、その結果、マイクロ波帯での磁気損失が大きな(即ち、虚数部透磁率 μ'' が大きな)複合磁性体の提供を目的とする。また、そのような複合磁性体を用いた電磁干渉抑制体の提供を目的とする。

発明の開示

本発明によれば、半硬質磁性体粉末が有機結合剤で結着されており、VHF帯乃至マイクロ波帯に磁気共鳴を有することを特徴とする複合磁性体を得られる。

前記半硬質磁性体粉末は、保磁力 H_c が10~3000eであることを特徴とする。

前記半硬質磁性体粉末は、扁平状乃至針状の形状を有し、前記複合磁性体中で配向、配列されていることを特徴とする。

前記半硬質磁性体粉末の具体的な材料としては、Fe-Co-Mo合金、Co-Fe-Nb合金、Fe-Co-V合金などの磁性金属合金があげられる。

また、前記半硬質磁性体粉末の別な材料としては、 γ -Fe₂O₃ (マグヘマイト)、Co-Ti置換されたBaフェライトなどの酸化物磁性体があげられる。

本発明によれば、上記の複合磁性体を材料とした、マイクロ波帯での磁気損失が大きな電磁干渉抑制体を得られる。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明の複合磁性体の断面を模式的に示す図であり、

第2図は、本発明による複合磁性体の試料1および試料4の μ -f特性を示す図であり、そして、

第3図は、本発明の複合磁性体試料を用いた電磁波干渉抑制体の特性評価に用いた評価系を示す概略図である。

発明を実施するための最良の形態

本発明に於いては、Fe-Co-Mo合金、Co-Fe-Nb合金、Fe-Co-V合金等の金属磁性体乃至 γ -Fe₂O₃、Co-Ti置換されたBaフェライト等の酸化物磁性体の様な保磁力H_cが10～3000eの半硬質磁性材料を原料素材として用いる。

ここで、原料素材が金属磁性体である場合には、機械的な粉碎法あるいはアトマイズ法等により得られる粗粉末をアトライタ等の湿式摩砕装置を用いて扁平化し、それを有機結合剤で結着することにより複合磁性体を得る。また、原料素材が酸化物磁性体である場合には、水熱合成法等の結晶化手段により直接扁平乃至針状の微粉末を作製し、それを有機結合剤で結着することにより複合磁性体を得る。

上記複合磁性体において大きな虚数部透磁率 μ'' を得るためには、磁性粉を扁平化乃至針状化して、その厚みを表皮深さと同程度以下にすると共に、反磁界係数Ndをほぼ1に近づけるために扁平化乃至針状化された軟磁性体材料のアスペクト比を概ね10以上とすると共に、磁性粉を複合磁性体中で配向、配列させるとよい。ここで表皮深さ δ は次式により与えられる。

$$\delta = (\rho / \pi \mu f)^{1/2}$$

前式において、 ρ は比抵抗、 μ は透磁率、 f は周波数を表す。ここで、目的の周波数によってその値が異なってくるが、所望の表皮深さとアスペクト比を得るには、金属磁性体を用いる場合においては出発粗原料粉末の平均粒径を特定するのが最も簡便な手段の一つである。

金属磁性材料の扁平化に用いることのできる代表的な摩砕手段として、ボールミル、アトライタ、ピンミル等を挙げることができ、前述した条件を満足する磁性体粉末の厚さとアスペクト比が得られれば摩砕手段に制限はない。

また、複合磁性体中において個々の磁性粉末同士の電氣的絶縁を確保し、磁性粉の高充填状態においても複合磁性体に電氣的絶縁材としての働きを与えるためには、合金材料の磁性体粉末の表面に誘電体層を形成することが望ましい。この誘電体層は、金属磁性粉末の表面を酸化させることにより、合金を構成する金属元素の酸化物層として実現できる。金属粉末の表面を酸化させる手段の一例とし

て、特に粉末の大きさが比較的小さく、活性度の高いものについては、炭化水素系有機溶媒中あるいは不活性ガス雰囲気中にて酸素分圧の制御された窒素-酸素混合ガスを導入する液相中徐酸法あるいは気相中徐酸法により酸化処理することが制御の容易性、安定性、および安全性の点で好ましい。

磁性粉末として酸化物磁性体粉末を用いるときは、それ自体の電気抵抗が高い為に、上述のような表面酸化処理を行なう必要はない。

本発明の複合磁性体の一構成要素として用いる有機結合剤としては、ポリエステル系樹脂、ポリエチレン系樹脂、ポリ塩化ビニル系樹脂、ポリビニルブチラール樹脂、ポリウレタン樹脂、セルロース系樹脂、ABS樹脂、ニトリル-ブタジエン系ゴム、スチレン-ブタジエン系ゴム、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、アミド系樹脂、イミド系樹脂、あるいはそれらの共重合体を挙げることができる。

以上に述べた、半硬質磁性体粉末と有機結合剤とを混練・分散し複合磁性体を得る手段には特に制限はなく、用いる結合剤の性質や工程の容易さを基準に好ましい方法を選択すればよい。

この混練・分散された磁性体混合物中の磁性粒子を配向・配列させる手段としては、剪断応力による方法と磁場配向による方法があり、いずれの方法を用いても良い。

本発明の複合磁性体の構造を説明するために、その断面を、第1図に模式的に示す。同図を参照して、複合磁性体1は、扁平状半硬質磁性体粒子2を有機結合剤3の層の中に分散し結着してなるものである。尚、4は、取扱上で強度を必要とする場合、あるいは電磁干渉抑制体として高周波磁気損失特性の他にシールド特性を必要とする場合に設けられる支持体で、機械的強度の改善を目的とする場合には絶縁板でよいが、シールド特性を必要とする場合には電気的特性を考慮して導電性の良い材料を選択する必要がある。尚、後述する第3図における銅板も導電性の高いシールド材として用いている。

以下、より具体的な実施例について述べる。

はじめに、複数のFe-Cu-Mo合金、Co-Fe-Nb合金およびFe-Co-V合金のインゴットを用意し、これをスタンプミルにより粗粉碎した後、

アトライタを用いて様々な条件下にて摩砕加工を行い、さらに、炭化水素系有機溶媒中で酸素分圧35%の窒素-酸素混合ガスを導入しながら8時間攪拌し液相中徐酸処理した後、分級処理を施し保磁力H_cの異なる複数の扁平状磁性粉末試料を得た。ここで得られた粉末を表面分析した結果、金属酸化物の生成が明確に確認され、試料粉末の表面に於ける酸化被膜の存在が認められた。

一方、水熱合成法により、 γ -Fe₂O₃ 粉末およびCo-Ti置換されBaフェライト粉末を作成し、これらを酸化物磁性粉末試料とした。

これらの粉末を用いて以下に述べる複合磁性体試料を作製し、 μ -f特性を調べた。

μ -f特性の測定には、トロイダル形状に加工された複合磁性体試料を用いた。これを1ターンコイルを形成するテストフィクスチャに挿入し、インピーダンスを計測することにより、 μ' および μ'' を求めた。

[試料1]

以下の配合からなる半硬質磁性体ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスをした後に85℃にて24時間キュアリングを行い試料1を得た。

尚、得られた試料1を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、粒子配列方向は試料膜面内方向であった。

扁平状半硬質磁性体 (Fe-Cu-Mo合金) 微粉末A・95重量部

平均粒径 : $\phi 20 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^{\text{t}}$

保磁力H_c : 25 Oe

ポリウレタン樹脂 . . . 8重量部

硬化剤 (イソシアネート化合物) . . . 2重量部

溶剤 (シクロヘキサノンとトルエンの混合物) . . . 40重量部

[試料2]

以下の配合からなる半硬質磁性体ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスをした後に85℃にて24時間キュアリングを行い試料2を得た。

尚、得られた試料2を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、粒子配列方

向は試料膜面内方向であった。

扁平状半硬質磁性体 (Co-Fe-Nb 合金) 微粉末 B・95 重量部

平均粒径 : $\phi 20 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^t$

保磁力 Hc : 32 Oe

ポリウレタン樹脂 . . . 8 重量部

硬化剤 (イソシアネート化合物) . . . 2 重量部

溶剤 (シクロヘキサノンとトルエンの混合物) . . . 40 重量部

[試料 3]

以下の配合からなる半硬質磁性体ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、熱プレスをした後に 85℃にて 24 時間キュアリングを行い試料 3 を得た。

尚、得られた試料 3 を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、粒子配列方向は試料膜面内方向であった。

扁平状半硬質磁性体 (Fe-Co-V 合金) 微粉末 C . . . 95 重量部

平均粒径 : $\phi 30 \mu\text{m} \times 0.4 \mu\text{m}^t$

保磁力 Hc : 130 Oe

ポリウレタン樹脂 . . . 8 重量部

硬化剤 (イソシアネート化合物) . . . 2 重量部

溶剤 (シクロヘキサノンとトルエンの混合物) . . . 40 重量部

[試料 4]

以下の配合からなる半硬質磁性体ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、試料膜面内方向の磁界中で乾燥させた後、熱プレスをし、さらに 85℃にて 24 時間キュアリングを行い試料 4 を得た。

尚、得られた試料 4 を振動型磁力計を用いて解析したところ、磁化容易軸方向は試料膜面内方向であった。

針状半硬質磁性体 ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$) 微粉末 D . . . 95 重量部

平均粒径 : $\phi 0.1 \times 0.8 \mu\text{m}^t$

保磁力 Hc : 270 Oe

ポリウレタン樹脂 . . . 8 重量部

硬化剤（イソシアネート化合物）・・・ 2重量部
 溶剤（シクロヘキサノンとトルエンの混合物）・・・ 40重量部

[試料5]

以下の配合からなる半硬質磁性体ペーストを調合し、これをドクターブレード法により製膜し、試料面内方向の磁界中で乾燥させた後、熱プレスを施し、さらに85℃にて24時間キュアリングを行い試料5を得た。

尚、得られた試料5を走査型電子顕微鏡を用いて解析したところ、粒子配列方向は試料膜面内に直交する方向であり、振動型磁力計を用いて解析したところ、磁化容易軸は試料面内方向であった。

扁平状半硬質磁性体（Co-Ti置換Baフェライト）微粉末E
 ・・・95重量部

平均粒径 : $\phi 1 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^t$

保磁力Hc : 2950e

ポリウレタン樹脂・・・ 8重量部

硬化剤（イソシアネート化合物）・・・ 2重量部

溶剤（シクロヘキサノンとトルエンの混合物）・・・ 40重量部

上記の各試料について測定された磁気共鳴周波数f_rおよび虚数部透磁率μ''を下記表1に示す。

[表1]

	磁気共鳴周波数 f _r	虚数部透過磁率率 μ''
試料1	80MHz	4.1
試料2	90MHz	3.5
試料3	400MHz	2.3
試料4	850MHz	1.5
試料5	1.1GHz	1.3

また、第2図は、試料1および試料4のμ-f特性を示すもので、他の試料についてもほぼこの周波数範囲にある特性を示した。

前記表1および第2図からわかるように、本発明によれば、マイクロ波帯で磁気損失の高い複合磁性材料が得られる。

また、上の試料を用いて、その電磁干渉抑制効果を第3図のような評価系を用いて測定した。

ここで、厚さ2mmで一辺の長さが20cmの複合磁性体試料10の裏に銅板11を裏打ちして電磁干渉抑制体試料を作成した。この試料に対し、電磁界波源用発信器12からループ径1mmの微小ループアンテナ13を介して、電磁波を発射し、電磁干渉抑制体試料からの反射波を同じ寸法形状のアンテナ14で受信して、反射波の強度をネットワークアナライザ（電磁界強度測定器）15で測定した。

その結果を表面抵抗と共に表2に示す。

[表2]

	試料1	試料4
表面抵抗 ($\times 10^7 \Omega$)	5.8	4.3
信号減衰量 (dB) (8GHzで)	7.9	5.7

ここで、表面抵抗はASTM-D-257法による測定値である。電磁干渉抑制効果の値は、銅板を基準(0dB)としたときの信号減衰量である。

前記表2により以下に述べる効果が明白である。

即ち、本発明の複合磁性体によれば、表面抵抗の値が $10^7 \sim 10^8 \Omega$ となっており、少なくとも表面が酸化された磁性粉末を用いる事によって、複合磁性体に高い絶縁性を付与することができ、導体やバルクの金属磁性体等にみられるようなインピーダンス不整合による電磁波の表面反射を抑制できる。

さらに、本発明の複合磁性体は、マイクロ波帯で良好な電磁干渉抑制効果を有することが理解できる。

以上述べたように、本発明によれば、半硬質磁性体粉末が有機結合剤で結着されてなり、マイクロ波帯で高い磁気損失を有し、従ってマイクロ波帯の電磁波を抑制できる複合磁性体を得られる。それゆえ、この複合磁性体を用いてマイクロ波帯で有効な薄厚の電磁干渉抑制体を得ることができる。

産業上の利用可能性

本発明の複合磁性体および電磁干渉抑制体は、その構成要素から判るように容

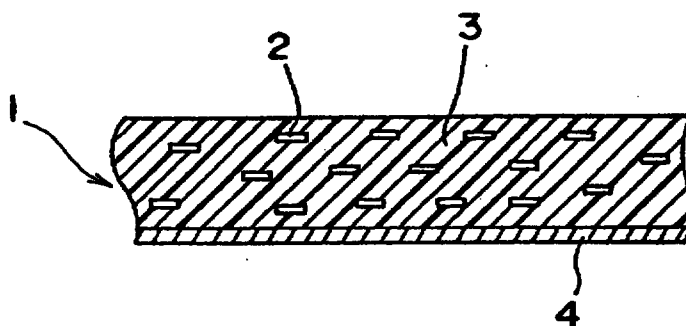
易に可撓性を付与することが可能であり、複雑な形状への対応や、厳しい耐振動、衝撃要求への対応が可能である。



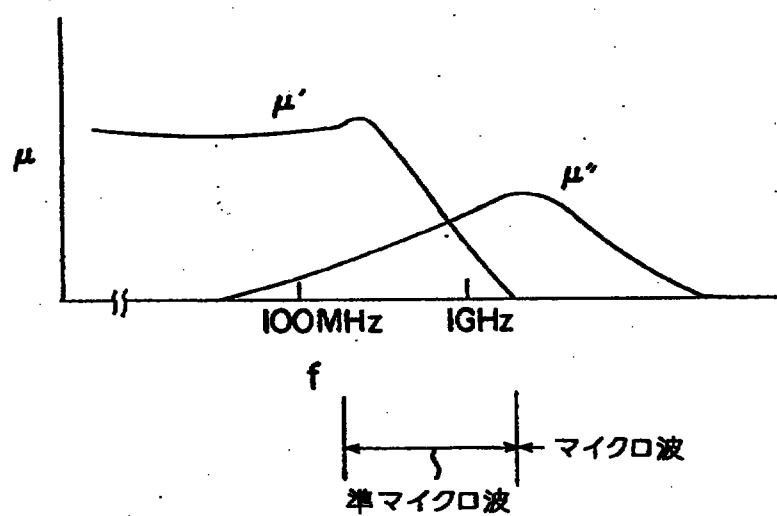
請求の範囲

1. 半硬質磁性体粉末が有機結合剤で結着されており、VHF帯乃至マイクロ波帯に磁気共鳴を有することを特徴とする複合磁性体。
2. 前記半硬質磁性体粉末の保磁力 H_c が10～3000eであることを特徴とする請求の範囲第1項に記載の複合磁性体。
3. 前記半硬質磁性体粉末が扁平状乃至針状の形状を有し、前記複合磁性体中で配向、配列されていることを特徴とする請求の範囲第1乃至第2項のいずれかに記載の複合磁性体。
4. 前記半硬質磁性体粉末がFe-Co-Mo合金粉末であることを特徴とする請求の範囲第2乃至第3項のいずれかに記載の複合磁性体。
5. 前記半硬質磁性体粉末がCo-Fe-Nb合金粉末であることを特徴とする請求の範囲第2乃至第3項のいずれかに記載の複合磁性体。
6. 前記半硬質磁性体粉末がFe-Co-V合金粉末であることを特徴とする請求の範囲第2乃至第3項のいずれかに記載の複合磁性体。
7. 前記半硬質磁性体粉末が γ -Fe₂O₃（マグヘマイト）粉末であることを特徴とする請求の範囲第2乃至第3項のいずれかに記載の複合磁性体。
8. 前記半硬質磁性体粉末がCo-Ti置換されたBaフェライト粉末であることを特徴とする請求の範囲第2乃至第3項のいずれかに記載の複合磁性体。
9. 請求の範囲第1乃至第8項のいずれかに記載の複合磁性体を材料とした、マイクロ波帯での磁気損失が大きな電磁干渉抑制体。

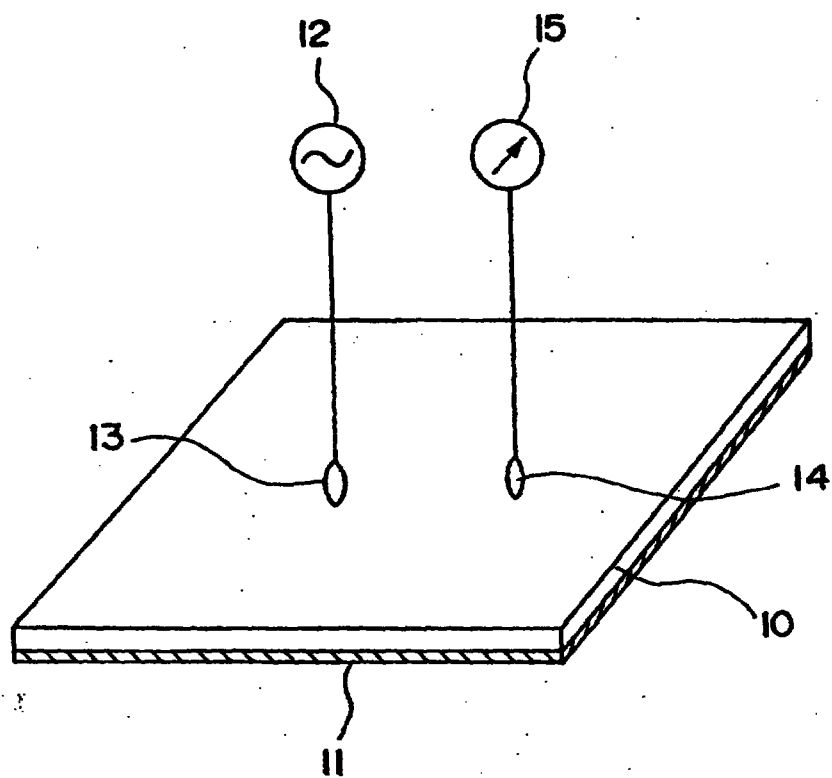
第 1 図



第 2 図



第 3 図



DESCRIPTION

COMPOSITE MAGNETIC BODY AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSING BODY

Technical Field

The present invention relates to an electromagnetic interference suppressing body for a high frequency region, particularly, a microwave band, and in particular, to a composite magnetic material therefor.

Background Art

In recent years, the spread of electronic devices, including digital electronic devices, using high frequency waves has been advanced and, among them, the spread of mobile communication devices using quasi-microwave bands or microwave bands has been remarkable. In those mobile communication devices represented by portable telephones, demands for reduction in size and weight are so great that high-density mounting of electronic components has become the greatest technical problem. Accordingly, since the electronic components, the printed wiring, the inter-module wiring, etc. which are mounted overcrowdedly, approach to each other extremely, and further since the speed-up of the signal processing speed is schemed, the inter-line coupling due to the electrostatic coupling and/or the electromagnetic coupling becomes large and interference due to radiant noise or the like is caused, so that not a few situations

have occurred wherein normal operations of the devices are impeded.

Conventionally, against such so-called high-frequency electromagnetic interference, a measure has been mainly taken to apply a conductor shield.

However, since the conductor shield is an electromagnetic interference countermeasure utilizing reflection of electromagnetic waves due to impedance mismatch relative to the space, it can provide a shielding effect but has a drawback to promote the electromagnetic coupling due to reflection from an undesired radiation source. For solving such a drawback, it could be considered effective as a secondary electromagnetic interference countermeasure to use a magnetic loss of a magnetic body, that is, an imaginary part permeability μ'' so as to suppress the undesired radiation.

It has been known that the absorption efficiency of undesired radiation increases corresponding to a magnitude of μ'' in a frequency range where $\mu'' > \mu'$. Accordingly, for obtaining a large magnetic loss at a microwave band, it is necessary to realize a characteristic where the real part permeability attenuates due to the magnetic resonance at a VHF band (30MHz to 300MHz), a quasi-microwave band (300MHz to 3GHz) or a low-frequency side of a microwave band (3GHz to approximately 10GHz).

Therefore, it is an object of the present invention to provide a composite magnetic body where the magnetic resonance appears in a range from VHF band to microwave

band and, as a result, a magnetic loss at the microwave band is large (that is, an imaginary part permeability μ'' is large). It is another object to provide an electromagnetic interference suppressing body using such a composite magnetic body.

Disclosure of the Invention

According to the present invention, there is obtained a composite magnetic body characterized in that semi-hard magnetic powder is bonded by an organic bonding agent, and a magnetic resonance appears in a range from VHF band to microwave band.

The foregoing semi-hard magnetic powder is characterized in that a coercive force H_c thereof is 10 to 3000e.

The foregoing semi-hard magnetic powder is characterized by having a flat or needle shape and being oriented/aligned in the composite magnetic body.

As a material of the foregoing semi-hard magnetic powder, a magnetic metal alloy, such as Fe-Co-Mo alloy, Co-Fe-Nb alloy or Fe-Co-V alloy, can be cited.

Further, as another material of the foregoing semi-hard magnetic powder, an oxide magnetic body, such as γ -Fe₂O₃ (maghemite) or Co-Ti substituted Ba ferrite, can be cited.

According to the present invention, there is obtained an electromagnetic interference suppressing body using, as a material thereof, the foregoing composite magnetic body,

and having a large magnetic loss at a microwave band.

Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is a diagram schematically showing a section of a composite magnetic body of the present invention;

Fig. 2 is a diagram showing μ -f characteristics of sample 1 and sample 4 of a composite magnetic body according to the present invention; and

Fig. 3 is a schematic diagram showing an evaluation system used for characteristic evaluation of an electromagnetic interference suppressing body using a composite magnetic body sample of the present invention.

Best Mode for Carrying Out the Invention

In the present invention, a semi-hard magnetic material with a coercive force H_c of 10 to 300Oe, for example, a metallic magnetic body, such as Fe-Co-Mo alloy, Co-Fe-Nb alloy or Fe-Co-V alloy, or an oxide magnetic body, such as γ -Fe₂O₃ or Co-Ti substituted Ba ferrite, is used as a raw material.

When the raw material is the metallic magnetic body, coarse powder is obtained by a mechanical milling method, an atomizing method or the like, then flattened using a wet mill such as an attriter, and thereafter bonded using an organic bonding agent so as to obtain a composite magnetic body. On the other hand, when the raw material is the oxide magnetic body, flat or needle-shaped fine powder is directly prepared by a crystallizing method, such as a

hydrothermal synthesis method or the like, and then bonded using an organic bonding agent so as to obtain a composite magnetic body.

For obtaining a large imaginary part permeability μ'' in the foregoing composite magnetic body, the magnetic powder is flattened or needle-shaped so as to have a thickness equal to or less than a skin depth, an aspect ratio of the flattened or needle-shaped soft magnetic material is set to be approximately not less than 10 for setting a diamagnetic field coefficient N_d to be approximately 1, and the magnetic powder is oriented/aligned in the composite magnetic body. Here, the skin depth δ is given by the following equation.

$$\delta = (\rho / \pi \mu f)^{1/2}$$

In the foregoing equation, ρ represents resistivity, μ represents permeability and f represents frequency. Here, although values differ depending on target frequencies, it is one of the easiest means, for obtaining desired skin depth and aspect ratio, to specify the mean particle diameter of the starting material powder when the metallic magnetic body is used.

As typical milling means which can be used for flattening the metallic magnetic material, a ball mill, an attriter, a pin mill, etc. can be cited. As long as the thickness and the aspect ratio of the magnetic powder satisfying the foregoing conditions can be obtained, there is no limitation on the milling means.

Further, for ensuring electrical insulation among individual magnetic powder in the composite magnetic body to give a function as an electrical insulator to the composite magnetic body even in a high-density loading state of the magnetic powder, it is preferable to form dielectric layers on the surfaces of the magnetic powder of an alloy material. The dielectric layers can be realized as oxide layers of metal elements constituting the alloy by oxidizing the surfaces of the metallic magnetic powder. As one example of a means for oxidizing the surfaces of the metallic powder, it is preferable, in view of easiness, stability and safety of a control, to carry out an oxidizing process by a liquid-phase acid removing method or a gas-phase acid removing method which introduces nitrogen-oxygen mixed gas at a controlled oxygen partial pressure in a hydrocarbon organic solvent or an atmosphere of inert gas, particularly for the metallic powder having high activity and relatively small size.

When the oxide magnetic powder is used as the magnetic powder, it is not necessary to be processed by the foregoing surface oxidizing process because it has high electrical resistance per se.

As an organic bonding agent to be used as one constituent component of the composite magnetic body of the present invention, polyester resin, polyethylene resin, polyvinyl chloride resin, polyvinyl butyral resin, polyurethane resin, cellulose resin, ABS resin, nitrile-butadiene rubber, styrene-butadiene rubber, epoxy resin,

phenol resin, amide resin, imide resin or copolymers thereof can be cited.

There is no particular limitation on the foregoing means for kneading/dispersing the semi-hard magnetic powder and the organic bonding agent to obtain the composite magnetic body, and a preferable method may be selected using properties of a bonding agent to be used and facility of processes as criteria.

As means of orienting/aligning the magnetic particles in the kneaded/dispersed magnetic mixture, there are a method using a shearing stress and a method using a magnetic field orientation, either of which may be used.

For explaining a structure of the composite magnetic body of the present invention, its section is schematically shown in Fig. 1. Referring to the same figure, a composite magnetic body 1 is formed by dispersing flat semi-hard magnetic particles 2 into a layer of an organic bonding agent 3 and bonding them. On the other hand, 4 denotes a support provided when the strength is required upon handling or when a shield characteristic is required as an electromagnetic interference suppressing body in addition to a high-frequency magnetic loss characteristic. It may be an insulating plate when an improvement in mechanical strength is only aimed. On the other hand, when the shield characteristic is required, it is necessary to consider an electrical characteristic and to select a material excellent in electrical conductivity. A copper plate in Fig. 3, which will be described later, is also used as a

shield member with high electrical conductivity.

Hereinbelow, more concrete examples will be described.

First, a plurality of ingots of Fe-Cu-Mo alloy, Co-Fe-Nb alloy and Fe-Co-V alloy were prepared and coarsely milled by a stamp mill, then subjected to grinding processes under various conditions using an attriter. Further, while introducing nitrogen-oxygen mixed gas at a 35% oxygen partial pressure, they were agitated for 8 hours in a hydrocarbon organic solvent and subjected to a liquid-phase acid removing process. Thereafter, a classifying process was carried out to obtain a plurality of flat magnetic powder samples having different coercive forces H_c . As a result of analyzing the surfaces of the obtained powder, the generation of metal oxides was clearly confirmed so that the presence of oxide films on the surfaces of the sample powder was confirmed.

On the other hand, γ -Fe₂O₃ powder and Co-Ti substituted Ba ferrite powder were prepared by the hydrothermal synthesis method so as to obtain oxide magnetic powder samples.

Using these powders, below-described composite magnetic body samples were prepared to examine μ -f characteristics.

For the measurement of the μ -f characteristics, the composite magnetic body samples used were processed into toroidal shapes. By inserting it into a test fixture forming a one-turn coil to measure its impedance, μ' and μ'' were derived.

[Sample 1]

A semi-hard magnetic paste was prepared which had the following composition, and formed into a film by a doctor blade process. After applying hot pressing thereto, curing was carried out at 85°C for 24 hours to obtain sample 1.

The obtained sample 1 was analyzed using a scanning electron microscope and it was confirmed that the particle alignment was in an in-surface direction of the sample.

Flat semi-hard magnetic body
(Fe-Cu-Mo alloy) Fine powder A 95 weight parts
Mean particle diameter: $\phi 20 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^t$
Coercive force Hc: 250e

Polyurethane resin	8 weight parts
Curing agent (isocyanate compound)	2 weight parts
Solvent (mixture of cyclohexanone and toluene)	40 weight parts
[Sample 2]	

[Sample 2]

A semi-hard magnetic paste was prepared which had the following composition, and formed into a film by a doctor blade process. After applying hot pressing thereto, curing was carried out at 85°C for 24 hours to obtain sample 2.

The obtained sample 2 was analyzed using a scanning electron microscope and it was confirmed that the particle alignment was in an in-surface direction of the sample.

Flat semi-hard magnetic body
(Co-Fe-Nb alloy) Fine powder B 95 weight parts
Mean particle diameter: $\phi 20 \mu\text{m} \times 0.3 \mu\text{m}^t$
Coercive force Hc: 320e

Polyurethane resin	8 weight parts
Curing agent (isocyanate compound)	2 weight parts
Solvent (mixture of cyclohexanone and toluene)	40 weight parts

[Sample 3]

A semi-hard magnetic paste was prepared which had the following composition, and formed into a film by a doctor blade process. After applying hot pressing thereto, curing was carried out at 85°C for 24 hours to obtain sample 3.

The obtained sample 3 was analyzed using a scanning electron microscope and it was confirmed that the particle alignment was in an in-surface direction of the sample.

Flat semi-hard magnetic body
(Fe-Co-V alloy) Fine powder C 95 weight parts

Mean particle diameter: $\phi 30 \mu\text{m} \times 0.4 \mu\text{m}^t$

Coercive force Hc: 1300e

Polyurethane resin 8 weight parts

Curing agent (isocyanate compound) 2 weight parts

Solvent (mixture of
cyclohexanone and toluene) 40 weight parts

[Sample 4]

A semi-hard magnetic paste was prepared which had the following composition, and formed into a film by a doctor blade process. After drying it in a magnetic field in an in-surface direction of a sample, hot pressing was applied thereto and curing was carried out at 85°C for 24 hours to obtain sample 4.

The obtained sample 4 was analyzed using a vibrating type magnetometer and it was confirmed that a magnetization easy axis was in an in-surface direction of the sample.

Needle-shaped semi-hard
magnetic body ($\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$)
Fine powder D 95 weight parts

Mean particle diameter: $\phi 0.1 \times 0.8 \mu\text{m}^t$

Coercive force Hc: 2700e

Polyurethane resin 8 weight parts

Curing agent (isocyanate compound)	2 weight parts
Solvent (mixture of cyclohexanone and toluene)	40 weight parts
[Sample 5]	

A semi-hard magnetic paste was prepared which had the following composition, and formed into a film by a doctor blade process. After drying it in a magnetic field in an in-surface direction of a sample, hot pressing was applied thereto and curing was carried out at 85°C for 24 hours to obtain sample 5.

The obtained sample 5 was analyzed using a scanning electron microscope and it was confirmed that the particle alignment was in a direction perpendicular to an in-surface direction of the sample, and it was further analyzed using a vibrating type magnetometer and it was confirmed that a magnetization easy axis was in the in-surface direction of the sample.

Flat semi-hard magnetic body (Co-Ti substituted Ba ferrite)	
Fine powder E	95 weight parts
Mean particle diameter: $\phi 1\mu\text{m} \times 0.3\mu\text{m}^t$	
Coercive force Hc: 2950e	

Polyurethane resin	8 weight parts
Curing agent (isocyanate compound)	2 weight parts
Solvent (mixture of cyclohexanone and toluene)	40 weight parts
Magnetic resonance frequencies f_r and imaginary part	

permeabilities μ'' measured with respect to the foregoing respective samples are shown in Table 1 below.

[Table 1]

	Magnetic Resonance Frequency fr	Imaginary Part Permeability μ''
Sample 1	80MHz	4.1
Sample 2	90MHz	3.5
Sample 3	400MHz	2.3
Sample 4	850MHz	1.5
Sample 5	1.1GHz	1.3

Fig. 2 shows μ -f characteristics of sample 1 and sample 4. The other samples exhibited characteristics approximately within these frequency ranges.

As seen from the foregoing Table 1 and Fig. 2, according to the present invention, there can be obtained the composite magnetic materials with high magnetic losses at the microwave band.

Using the foregoing samples, electromagnetic interference suppressing effects thereof were measured using an evaluation system as shown in Fig. 3.

Here, a composite magnetic body sample 10 having a thickness of 2mm and a length of each side being 20cm was backed with a copper plate 11 so as to prepare an electromagnetic interference suppressing body sample. An electromagnetic wave was radiated to the sample from an electromagnetic wave generator 12 via a micro-loop antenna 13 having a loop diameter of 1mm, and a reflected wave from the electromagnetic interference suppressing body sample was received at an antenna 14 of the same size and shape so as to measure the strength of the reflected wave by a network analyzer (electromagnetic field strength measuring device) 15.

The results are shown in Table 2 along with the surface resistances.

[Table 2]

	Sample 1	Sample 4
Surface Resistance ($\times 10^7 \Omega$)	5.8	4.3
Signal Attenuation (dB) (at 8GHz)	7.9	5.7

Here, the surface resistances are measured values according to the ASTM-D-257 method. Values of the electromagnetic interference suppressing effect represent signal attenuation when the copper plate is set to a reference (0dB).

From the foregoing Table 2, the following effects are evident.

Specifically, according to the composite magnetic body of the present invention, the value of the surface resistance is 10^7 to $10^8 \Omega$. Therefore, by using the magnetic powder oxidized at least on the surfaces thereof, the high insulation can be given to the composite magnetic body so that the surface reflection of the electromagnetic waves due to impedance mismatch as observed with respect to the conductor, the bulk metallic magnetic body or the like, can be suppressed.

Further, it is understood that the composite magnetic body of the present invention has the excellent electromagnetic interference suppressing effect at the microwave band.

As described above, according to the present invention, there can be obtained the composite magnetic body in the form of the semi-hard magnetic powder bonded by

the organic bonding agent, which has the high magnetic loss at the microwave band and thus can suppress the electromagnetic waves at the microwave band. Therefore, using this composite magnetic body, the thin electromagnetic interference suppressing body effective at the microwave band can be obtained.

Industrial Applicability

The flexibility can be easily given to the composite magnetic body and the electromagnetic interference suppressing body of the present invention as seen from the constituent components thereof. Thus, it is possible to deal with a complicated shape or strict requirements for vibration and shock resistance.



THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

15

CLAIMS

1. A composite magnetic body characterized in that semi-hard magnetic powder is bonded by an organic bonding agent, and a magnetic resonance appears in a range from VHF band to microwave band.

2. The composite magnetic body as recited in claim 1, characterized in that a coercive force H_c of said semi-hard magnetic powder is 10 to 3000e.

3. The composite magnetic body as recited in either of claims 1 and 2, characterized in that said semi-hard magnetic powder has a flat or needle shape and is oriented/aligned in said composite magnetic body.

4. The composite magnetic body as recited in either of claims 2 and 3, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Fe-Co-Mo alloy powder.

5. The composite magnetic body as recited in either of claims 2 and 3, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Co-Fe-Nb alloy powder.

6. The composite magnetic body as recited in either of claims 2 and 3, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Fe-Co-V alloy powder.

This Sheet Has Been Replaced





THIS SHEET HAS BEEN
REPLACED

16

7. The composite magnetic body as recited in either of claims 2 and 3, characterized in that said semi-hard magnetic powder is γ -Fe₂O₃ (maghemite) powder.

8. The composite magnetic body as recited in either of claims 2 and 3, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Co-Ti substituted Ba ferrite powder.

9. An electromagnetic interference suppressing body using, as a material thereof, the composite magnetic body as recited in any of claims 1 to 8, and having a large magnetic loss at a microwave band.

This Sheet Has Been Replaced



ABSTRACT

A thin electromagnetic interference suppressing body effective for electromagnetic interference suppression at a microwave band. As a material of the electromagnetic interference suppressing body, there is provided a composite magnetic body formed by bonding powder made of a semi-hard magnetic material by an organic bonding agent and having a high magnetic loss at the microwave band. As the semi-hard magnetic material, a metallic magnetic body, such as Fe-Co-Mo alloy, Co-Fe-Nb alloy or Fe-Co-V alloy, or an oxide magnetic body, such as γ -Fe₂O₃ or Co-Ti substituted Ba ferrite, can be used. Further, as an example of the organic bonding agent, polyurethane resin can be cited.

Fig. 1

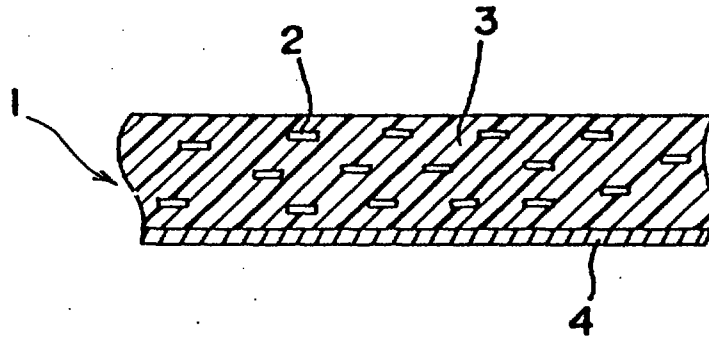


Fig. 2

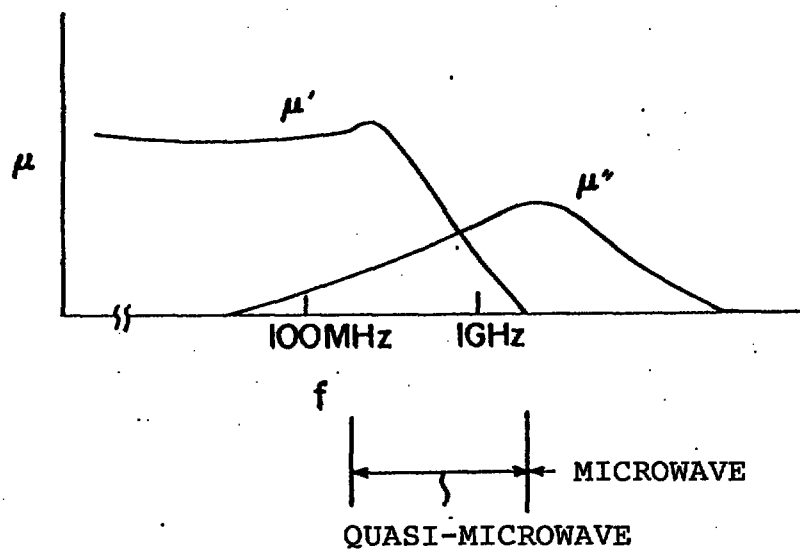
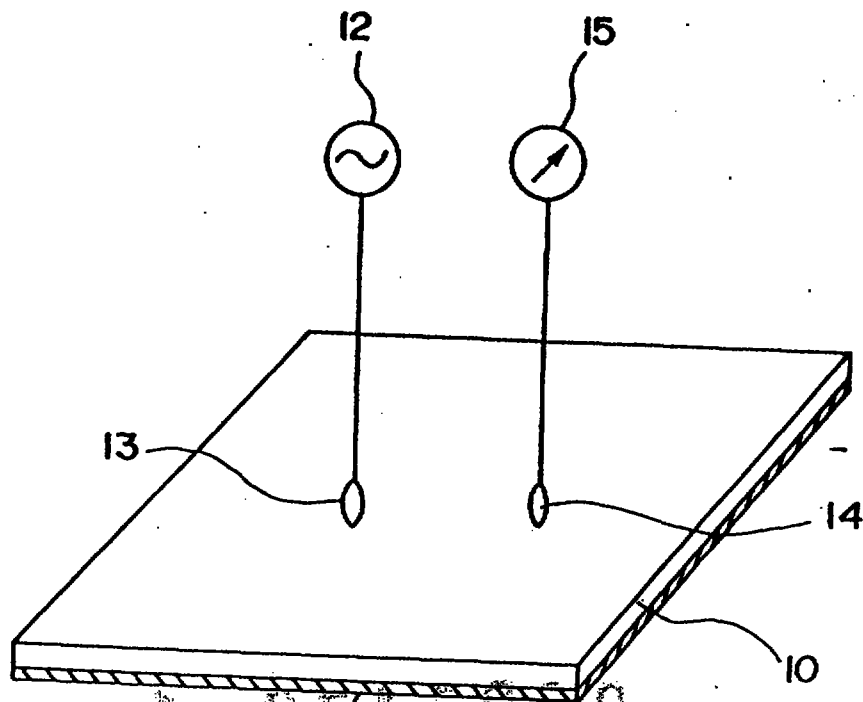
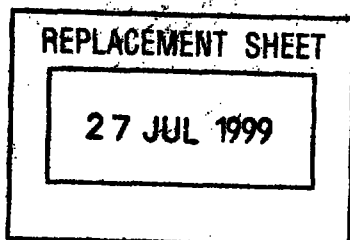


Fig. 3



9803132-1
(POS)



Substitute sheet - 27 July 1999

15

CLAIMS

1. A composite magnetic body characterized in that having coercive force Hc 10 to 3000e semi-hard magnetic powder [^]is bonded by an organic bonding agent, and a magnetic resonance appears in a range from VHF band to microwave band.

~~2. The composite magnetic body as recited in claim 1, characterized in that a coercive force Hc of said semi-hard magnetic powder is 10 to 3000e.~~

2 ~~3~~. The composite magnetic body as recited in either of claims ~~1 and 2~~, characterized in that said semi-hard magnetic powder has a flat or needle shape and is oriented/aligned in said composite magnetic body.

3 ~~4~~. The composite magnetic body as recited in either of claims ~~2 and 3~~, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Fe-Co-Mo alloy powder.

4 ~~5~~. The composite magnetic body as recited in either of claims ~~2 and 3~~, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Co-Fe-Nb alloy powder.

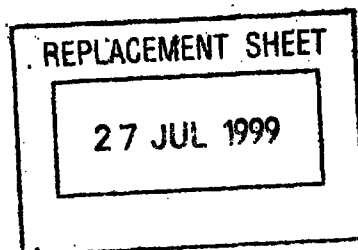
5 ~~6~~. The composite magnetic body as recited in either of claims ~~2 and 3~~, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Fe-Co-V alloy powder.



* C L M S *

RMF 27JUL99 AM11:55

9803132
27/7/99



Substitute sheet - 27 July 1999

16

6 ~~7~~. The composite magnetic body as recited in either of claims ~~2 and 3~~, characterized in that said semi-hard magnetic powder is γ -Fe₂O₃ (maghemite) powder.

7 ~~8~~. The composite magnetic body as recited in either of claims ~~2 and 3~~, characterized in that said semi-hard magnetic powder is Co-Ti substituted Ba ferrite powder.

8 ~~9~~. An electromagnetic interference suppressing body using, as a material thereof, the composite magnetic body as recited in any of claims 1 to 7 ~~8~~, and having a large magnetic loss at a microwave band.

RTMP 27JUL99 AM11:55





PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 H01F 1/00, H01Q 17/00, H05K 9/00	A1	(11) 国際公開番号 WO98/14962 (43) 国際公開日 1998年4月9日 (09.04.98)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/03396 (22) 国際出願日 1997年9月24日 (24.09.97) (30) 優先権データ 特願平8/258302 1996年9月30日 (30.09.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 トーキン (TOKIN CORPORATION) [JP/JP] 〒982 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 Miyagi, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 吉田栄吉 (YOSHIDA, Shigeyoshi) [JP/JP] 佐藤光晴 (SATO, Mitsuharu) [JP/JP] 亀井浩二 (KAMEI, Koji) [JP/JP] 〒982 宮城県仙台市太白区郡山六丁目7番1号 株式会社 トーキン内 Miyagi, (JP) (74) 代理人 弁理士 後藤洋介, 外 (GOTO, Yosuke et al.) 〒105 東京都港区西新橋1丁目4番10号 第三森ビル Tokyo, (JP)		(81) 指定国 CN, KR, SG, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書
(54) Title: COMPOUND MAGNETIC MATERIAL AND ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE SUPPRESSOR (54) 発明の名称 複合磁性体および電磁干渉抑制体 (57) Abstract A thin electromagnetic interference depressor effective in suppressing electromagnetic interferences of microwave band. As an electromagnetic interference suppressing material, there is provided a compound magnetic material which is prepared by binding powder of a semi-rigid magnetic material with an organic binder and has a high magnetic loss in the microwave band. The semi-rigid magnetic material can be exemplified by a metallic magnetic material such as an alloy of Fe-Co-Mo, Co-Fe-Nb or Fe-Co-V or by an oxide magnetic material such as γ-Fe₂O₃ or Ba ferrite replaced. On the other hand, the organic binder can be exemplified by a polyurethane resin.		

(57) 要約

マイクロ波帯の電磁干渉抑制に有効な薄厚の電磁干渉抑制体である。電磁干渉抑制体材料として、半硬質磁性材料からなる粉末を有機結合剤で結着してなり、マイクロ波帯で高い磁気損失を有する複合磁性体が提供される。半硬質磁性材料としては、Fe-Co-Mo合金、Co-Fe-Nb合金、Fe-Co-V合金等の金属磁性体、 γ -Fe₂O₃、Co-Ti置換されたBaフェライト等の酸化物磁性体を用いることができる。また、有機結合剤の一例としては、ポリウレタン樹脂を挙げることができる。

PCTに基づいて公開される国際出版のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード (参考情報)

AL	アルバニア	ES	スペイン	LK	スリランカ	SE	スウェーデン
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LR	リベリア	SG	シンガポール
AT	オーストリア	FR	フランス	LS	レソト	SI	スロベニア
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LT	リトアニア	SK	スロヴァキア共和国
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
BA	ボスニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BE	ベルギー	GN	ギニア	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャド
BF	ブルキナ・ファソ	GW	ギニアビサウ	MG	マダガスカル	TG	トジギスタン
BG	ブルガリア	GR	ギリシャ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国	TJ	トルクメニスタン
BJ	ベナン	HU	ハンガリー	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BR	ブラジル	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TR	トルコ
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	MR	モーリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CF	中央アフリカ共和国	IS	アイスランド	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CG	コンゴ	IT	イタリア	NE	ニジェール	US	米国
CH	スイス	JP	日本	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CI	コート・ジボアール	KE	ケニア	NO	ノルウェー	VN	ヴェトナム
CM	カメルーン	KG	キルギスタン	NZ	ニュージーランド	YU	ユーゴスラビア
CN	中国	KR	朝鮮民主主義人民共和国	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CU	キューバ	KR	大韓民国	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ共和国	KZ	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LC	セントルシア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LI	リヒテンシュタイン	SD	スーダン		
EE	エストニア						