

(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2004-516384  
(P2004-516384A)

(43) 公表日 平成16年6月3日(2004.6.3)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 38/00	C 2 2 C 38/00 3 0 3 S	4 K O 4 4
C 2 2 C 38/06	C 2 2 C 38/06	5 E O 4 O
C 2 3 C 28/00	C 2 3 C 28/00 A	
H O 1 F 1/00	C 2 3 C 28/00 B	
	H O 1 F 1/00 C	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 52 頁)		

(21) 出願番号 特願2002-551200 (P2002-551200)	(71) 出願人 502258417 ポスコ 大韓民国、790-300、キョンサンブ ックード、ポーハングーシ、ナンーク、コ ードンードン 1
(86) (22) 出願日 平成13年12月19日 (2001.12.19)	
(85) 翻訳文提出日 平成14年8月15日 (2002.8.15)	
(86) 国際出願番号 PCT/KR2001/002212	
(87) 国際公開番号 W02002/050322	(71) 出願人 592000705 リサーチ インスティテュート オブ イ ンダストリアル サイエンス アンド テ クノロジー 大韓民国キョンサンブクード、ポハンシテ ィ、ヒョーザドン、サン 32
(87) 国際公開日 平成14年6月27日 (2002.6.27)	
(31) 優先権主張番号 2000/78772	(74) 代理人 100102532 弁理士 好宮 幹夫
(32) 優先日 平成12年12月19日 (2000.12.19)	
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)	
(31) 優先権主張番号 2000/81056	
(32) 優先日 平成12年12月23日 (2000.12.23)	
(33) 優先権主張国 韓国 (KR)	
(81) 指定国 EP (BE, DE, ES, FR, GB, IT, NL, SE), BR , CN, ID, JP, NO, US	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 優れた電気及び磁気シールド特性を有する鋼板及び溶融メッキ鋼板

(57) 【要約】

高い電磁シールド能力の点で優れている、鋼板及び溶融メッキ鋼板が開示される。前記鋼板は、合計0.150重量%以下の量のC、N及びSと、0.1~1.0重量%の量のMnと、0.5重量%以下の量のSiと、1.0重量%以下の量のAlと、0.06重量%以下の量のPと、残部Feと、不可避免的に存在する元素とを含む組成から作製され、18kg/mm<sup>2</sup>以上の耐力強度、及び40%以上の伸びを示す。前記溶融メッキ鋼板は、合計0.0150重量%以下の量のC、N及びSと、0.2~0.8重量%の量のMnと、0.6重量%以下の量のAlと、0.4重量%以下の量のSiと、0.06重量%以下の量のPとを、Mn、Al、Si、及びPの合計が0.2~1.0重量%になるという条件付きで、そして残部Feと、不可避免的に存在する元素を含む組成から作製される。溶融メッキ鋼板は、高い耐力強度を有することに加えて、表面の耐食性元素の被膜のために腐食に対して耐性がある。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

18 kg / mm<sup>2</sup> 以上の耐力強度と、40%以上の伸びを有し、電磁シールド効果を有する鋼板であって、合計0.0150重量%以下の量のC、N及びSと、0.1~1.0重量%の量のMnと、0.5重量%以下の量のSiと、1.0重量%以下の量のAlと、0.06重量%以下の量のPと、残部Feと、不可避免的に存在する元素とを含む組成から作製される電磁シールド効果を有する鋼板。

## 【請求項 2】

C及びNは、それぞれ、0.0030重量%以下の量で含有され、かつSは、0.0090重量%以下の量で含有されていることを特徴とする請求項1に記載の鋼板。

10

## 【請求項 3】

前記鋼板が1mmの厚さの時には、電磁シールド効果が26dB以上であることを特徴とする請求項1に記載の鋼板。

## 【請求項 4】

前記鋼板の上に電解メッキの被膜を含む、請求項1に記載の鋼板。

## 【請求項 5】

前記電解メッキの被膜の上に有機樹脂の被膜をさらに含む、請求項4に記載の鋼板。

## 【請求項 6】

前記電解メッキの被膜が、15~60µmの厚さで0.9の放射効率を有する遠赤外線放射の粉末の層で覆われていることを特徴とする請求項4に記載の鋼板。

20

## 【請求項 7】

前記遠赤外線放射の粉末が、1m<sup>2</sup>/gの比表面積を有し、かつ17~99重量%の量のMg(OH)<sub>2</sub>を含むことを特徴とする請求項6に記載の鋼板。

## 【請求項 8】

耐食性の元素で上を被膜された、高い電磁シールド効果及び耐力強度を有する溶融メッキ鋼板であって、合計0.0150重量%以下の量のC、N及びSと、0.2~0.8重量%の量のMnと、0.6重量%以下の量のAlと、0.4重量%以下の量のSiと、0.06重量%以下の量のPとを、Mn、Al、Si、及びPの合計が0.2~1.0重量%になるという条件付きで、そして残部Feと、不可避免的に存在する元素を含む組成から作製される、高い電磁シールド効果及び耐力強度を有する溶融メッキ鋼板。

30

## 【請求項 9】

C及びNは、それぞれ、0.0030重量%以下の量で含有され、かつSは、0.0090重量%以下の量で含有されていることを特徴とする請求項8に記載の溶融メッキ鋼板。

## 【請求項 10】

AlとSiが、それぞれ、0.4%以下と0.2%以下の量で含有されることを特徴とする請求項8に記載の溶融メッキ鋼板。

## 【請求項 11】

前記電磁シールド効果が、前記鋼板が1mmの厚さである時には26dB以上であり、かつ前記耐力強度が18kg/mm<sup>2</sup>以上であることを特徴とする請求項8に記載の溶融メッキ鋼板。

40

## 【請求項 12】

前記溶融メッキの被膜の上に有機樹脂の被膜をさらに含む、請求項8に記載の溶融メッキ鋼板。

## 【請求項 13】

15~60µmの厚さでは、0.9以上の遠赤外線放射率を有する遠赤外線放射の粉末の層をさらに含む、請求項8に記載の溶融メッキ鋼板。

## 【請求項 14】

前記遠赤外線放射の粉末が、1m<sup>2</sup>/gの比表面積を有し、かつ17~99重量%の量のMg(OH)<sub>2</sub>を含むことを特徴とする請求項8に記載の溶融メッキ鋼板。

## 【発明の詳細な説明】

50

## 【0001】

本発明は、建設のパネル、電子器具用ケース、送電線用パネル等のような、建設で、並びに電気及び電子器具での使用のための電磁シールド鋼板及び溶融メッキ鋼板に関する。より詳しくは、本発明は、60 Hzの電磁場に対して26 dB（シールド効率95%）以上のシールド効果と、18～25 kg/mm<sup>2</sup>の耐力強度と、40%以上の伸びを示す鋼板及び溶融メッキ鋼板に関する。

## 【0002】

多くの自然及び人工の発生源が、電磁波の形で電磁エネルギーを発生させる。これらの波動は、細胞、植物、動物、あるいは人間のような生体系とそれぞれに作用する振動する電場及び磁場からなる。体に対して有害な作用を有する電磁波の調査結果は、電磁波をシールドするための様々な方法及び材料の開発につながった。体に悪影響を及ぼす波動は、総称して有害波と呼ばれる。

10

## 【0003】

最近の研究は、生体系に対する、低周波での電磁波の有害な作用を実証した。特に、送電線周辺の電磁場（60 Hz）と発ガンの相関を明らかにする結果となった一連の研究は、世界中に大きな波紋を投げかけた。

## 【0004】

発ガン作用に加えて、磁気特性を有する低周波は、長時間その波動にさらされると体の中に誘導電流を引き起こし、細胞膜を通過するNa<sup>+</sup>、K<sup>+</sup>、Cl<sup>-</sup>等のような様々なイオンの生体バランスを壊し、体のホルモン分泌及び免疫細胞に悪影響を及ぼす結果となることを見出された。

20

## 【0005】

さらに、他の研究は、睡眠周期を調節するのに寄与するホルモンであるメラトニンの分泌に対する磁場の影響を示し、体が磁場に長時間さらされると不眠症になる可能性があることを付け加えた。

## 【0006】

電磁場の健康に悪影響を及ぼす作用からくる環境への懸念に対応して、新しい法律が、様々な電気及び電磁器具から放出される電磁波の許容レベルを下げるべく、多くの国で制定された。さらに、電磁波に関するこの規制は、電気及び/又は電磁器具に対する輸入障壁として用いられる。例えば、スエーデンや他のヨーロッパの国々は、2 mG以上の磁気漏れを示すTV又はコンピューターのモニターの輸入を禁止している。

30

## 【0007】

同様に、韓国では、周波数帯により電場及び磁場の暴露限界を規制する法律が制定された（電磁波からの人体の保護のための基準、韓国の情報通信省の通知No. 2000-91）。また、電磁波が環境汚染源として扱われることになる立法の通知がある（韓国の環境省の公告No. 2001-77）。

## 【0008】

このような有害な電磁波に対処するため、シールド技術が、構造と材料の二つの側面で開発された。構造の側面に関しては、磁気シールド室が、米国特許No. 6,282,848及び特開平7-32136号で開示されている。特開2001-217589号で開示されているように、銅のような導電性材料が、電磁波に対するシールドとして現在用いられている。しかし、このような材料は高周波（1 KHz以上）の電磁波に対してのみ有用である。

40

## 【0009】

一般の電源で通常検出される、60 Hzの電磁波は、電場及び磁場成分からなり、両方とも時間とともに変化する。従って、最近健康へ悪影響を及ぼすことを示されたこれらの低周波の電磁波をシールドするためには、時間変化する電場及び磁場が、一緒に考慮されるべきである。しかし、時間変化する電磁場を効果的にシールドできる鋼板のための実用的な技術は、未だ開発されていなかった。

## 【0010】

50

通常、高い透磁率を有する鋼板が電磁シールドとして用いられる。例えば、特開平10-208670、特開平10-96067、及びPCT WO 97/11204は、例えばテレビモニターのカラーのイメージ管に、モニター上のカラー変調を防ぐ狙いで採用できる静磁場シールド鋼板を開示している。このような鋼板は、地球磁場のような静磁場下でその保磁力及び透磁性を利用すべく用いられるが、時間変化する磁場及び電場に対処できない。従って、従来の鋼板は、電磁波シールドとは若干異なる。

## 【0011】

必要に応じて、建設資材は、建設資材への電磁波の透過を許さない必要がある。これに関して、特開2001-107201号及び特開2001-107202号で開示されているように、シリコン鋼を用いた熱間圧延の厚板が、電磁場シールドの建設での使用を提案されている。しかし、この建設資材は、静磁場下でのシリコン鋼の高透磁性のみを利用して、電場のシールド効果に関しては記載されていない。さらに、この鋼板は、冷間圧延ではなく熱間圧延されるので、成形性及びメッキ適性(メッキした被膜の特性)に乏しい。

10

## 【0012】

また、本発明らは、韓国特許出願1999-52018号で、低周波で優れた磁気シールド効果を有する鋼材料を開示した。このシールド能力は、静磁場下で計測された透磁率及び導電率から得られる理論値であり、故に、実際の値と異なり、実用化が困難である。従って、時間変化する磁場下でのシールド評価の必要が残った。

## 【0013】

この必要に応じて、周波数に対する鋼板の磁気シールド能力を評価するための方法が開発され(韓国特許2000-799907号及び韓国特許2000-80886号)、現在使用されている。

20

## 【0014】

典型的には、鋼板のシールド効率は以下の式で得られる。

## 【数1】

式1

$$\text{磁気シールド効率} = \frac{\text{印加した磁場} - \text{透過した磁場}}{\text{印加した磁場}} \times 100$$

30

## 【数2】

式2

$$\text{電気シールド効率} = \frac{\text{印加した電場} - \text{透過した電場}}{\text{印加した電場}} \times 100$$

## 【0015】

鋼板のシールド効果は、以下の式で得られ、dBの単位で表された。

## 【数3】

式3

$$\text{磁気シールド効果} = -20 \log \frac{\text{透過した磁場}}{\text{印加した磁場}}$$

40

## 【数4】

式4

$$\text{電気シールド効果} = -20 \log \frac{\text{透過した電場}}{\text{印加した電場}}$$

50

## 【0016】

この式によると、90%のシールド効率(10分の1に電磁波が減衰)を有するシールド材料のシールド効果は、20dBと表されることが出来る。95%のシールド効率(20分の1に電磁波が減衰)は約26dBのシールド効果と一致する。

## 【0017】

本発明に対応する韓国特許出願2000-81056号は、遠赤外線放射の粉末が被膜された電磁シールドの冷間圧延鋼板を基にした、バイオウェーブ(bio wave)の鋼板に向けられている。電磁波をシールドするためのバイオウェーブの鋼板は、時間変化する磁場に対するシールド効果を改善すべく、すなわち、時間変化する磁場下で高い透磁率を得るべく、0.02%以下の量の炭素と、0.5~3.5%の量のSiを含む。

10

## 【0018】

0.02%以下の炭素含有量の冷間圧延鋼板は、電磁シールド効果には優れているが、その鋼組織が結晶粒サイズの点で粗くなるからだけでなく、炭素固溶体の減少により、炭素析出物をほとんど有さないために、ひずみが小さくなり、強度に劣ることが見いだされた。従って、この鋼板は、適当な強度を必要とする建設及び家具での使用に適していない。

## 【0019】

0.5~3.5%のシリコン含有量のシリコン鋼板は、優れた磁気シールド効果を示すが、電場をほとんどシールドしない。特に、このようなシリコン鋼板は強度が高すぎて、成形性に非常に乏しく(40%以下の伸び)、従って、これらは、材料の成形性を必要とする建設及び家庭用器具に適用するのが非常に困難である。シリコン鋼が磁気コアでの使用のためにラミネイトされる場合、電気絶縁材料が、渦電流損を最小限に抑えるべく積層構造の表面に被膜される。従って、シリコン鋼を亜鉛のような耐食性材料でメッキすることは不可能である。加えて、シリコン鋼板は、(900以下のアニール処理温度での)通常の冷間圧延工程によって製造されず、特別な炉で(900より高い)高温でアニールされるので、高価である。これらの理由のために、シリコン鋼板は、建設用のパネル材料及び家庭用電気器具として適していない。

20

## 【0020】

建設の外装の仕上げ材料のような、外の環境での使用のために、シリコン鋼板は耐食性でなければならない。これに関して、耐食性材料で溶融メッキすることが、このような外装仕上げ材料の上に行われる。シリコン鋼板を、電気絶縁材料を取り除いた後に溶融メッキにより亜鉛で被膜する本発明者らの実験によると、シリコン鋼板はSiがあるために十分に被膜されないことがわかった。

30

## 【0021】

本発明へと導く、建設及び電子器具での使用に適した電磁シールド鋼板に向けた徹底的で集中的な研究は、格子間元素C、N、及びSと、添加元素Si、Al、Mn、及びPが、鋼板の電磁シールド効果と強度に大きな影響を及ぼし、その添加元素の含有量が、鋼板の溶融メッキに関係があることを見出す結果となった。

## 【0022】

従って、従来技術で直面した上記問題を克服し、鋼板及び溶融メッキ鋼板であって、1mmの厚さのプレートを基礎として60Hzの時間変化する電磁場に対して26dB(シールド効率95%)以上のシールド効果と、18~25kg/mm<sup>2</sup>の耐力強度と、40%以上の伸びを示す鋼板及び溶融メッキ鋼板を提供することが本発明の目的である。

40

## 【0023】

本発明の一つの態様によると、電磁シールド効果を有する鋼板であって、合計0.0150重量%以下の量のC、N及びSと、0.1~1.0重量%の量のMnと、0.5重量%以下の量のSiと、1.0重量%以下の量のAlと、0.06重量%以下の量のPと、残留Feと、不可避免的に存在する元素とを含む組成から作製される電磁シールド効果を有する鋼板が提供される。

## 【0024】

本発明のもう一つの態様によると、高い電磁シールド能力及び耐力強度を有する溶融メッ

50

キ鋼板であって、合計 0.0150 重量% 以下の量の C、N 及び S と、0.2 ~ 0.8 重量% の量の Mn と、0.6 重量% 以下の量の Al と、0.4 重量% 以下の量の Si と、0.06 重量% 以下の量の P とを、Mn、Al、Si、及び P の合計が 0.2 ~ 1.0 重量% になるという条件付きで、そして残部 Fe と、不可避免的に存在する元素を含む組成から作製される高い電磁シールド能力及び耐力強度を有する溶融メッキ鋼板が提供される。

#### 【0025】

本発明は、電場及び磁場をシールドする鋼板に関する。磁場は、電流により発生し、一方、電場は電圧により生じる。低周波で、電磁波は、電気と磁気の成分に分けられる。電磁シールドとして用いられるのに、材料は、電気と磁気の両方の成分を減じるか、あるいはシールドするかしなければならない。

10

#### 【0026】

低周波の磁場に対する材料の磁気シールド効果は、磁束の経路を変え、渦電流損を引き起こす能力によって決定される。ここで、磁束経路を変えることは、有害な磁場がシールド材料に対して発生すると、磁場が流れることのできる経路が、前記材料の表面で生じて、それ故に、磁場がシールド材料の内部に導かれず、他の所に導かれて分散することを意味する。ここで、渦電流損とは、シールド材料に対して発生すると、波形状の磁場が、その磁場を除去する方向に前記材料を流れる渦電流により、シールド材料の表面で熱エネルギーとして分散されることを示す。より高い透磁率の材料ほど、磁束経路を変えることにより有利である。また、低周波で発生した渦電流損は、典型的には、シールド材料の導電率と透磁率の上昇に伴い増える。従って、60 Hz で高い透磁率及び導電率を有する鋼板は、優れた低周波磁場シールド特性を示す。

20

#### 【0027】

電場は、たとえ電流が流れなくとも、電位差の発生で引き起こされることが出来る。シールドされた空間での電場の発生を防ぐのに、等電位の状態でなければならない。より高い導電率であるほど、電位差の発生を防ぐ点でより有利であるので、高容量の導電率の材料が電気シールドとして望ましい。

#### 【0028】

本発明者らの経験では、電磁波のような時間変化する電場の存在する中で、材料の導電率及び透磁率を正確に計測することは非常に困難であった。加えて、試料の作製が複雑なため、導電率及び透磁率の計測で大きな誤差を生じていた。

30

#### 【0029】

本発明では、鋼板は、磁場及び電場に対するシールド効果を計測される。これに関して、低周波磁気シールド効果が、時間変化する磁場下での磁気シールド効果を計測するための装置（韓国特許 2000-79907 号及び 2000-80886 号）の使用により評価された。時間変化する電場に対するシールド効果に関しては、それは、シールドされた部屋の外側に配置された、60 Hz で 1200 volt/m の電源を用いて、シールド材料のある時とない時での、シールドされた空間の中で計測される電場の強さの比率で決定される。

#### 【0030】

鋼板は、Fe に加えて様々な元素を含んで良い。強磁性の Fe に、鋼板の強度及び耐食性を改善すべく一般的に加えられる合金の元素が、時間変化する磁場（60 Hz）下での鋼板の最大透磁率及び導電率に影響を及ぼす。また、透磁率及び導電率は、鋼板の炭素含有量及び結晶粒サイズによって変化する。もちろん、鋼板は、固溶体強化、結晶粒サイズの微細化等のような強化機構が変化するために、組成によって異なる機械的特性を示す。

40

#### 【0031】

本発明によると、建設及び家具のパネルでの使用に適した強度、すなわち、18 ~ 25 kg/mm<sup>2</sup> の耐力強度を有するとともに、95%（26 dB）以上の電磁シールド能力を有する鋼板が提供される。本発明者らによって行われた、鋼板が組成を変えられて電磁シールド効果及び機械的強度を計測された徹底的で集中的な試験により、鋼板の電磁シールド効果及び強度を決定する各成分の役割が明らかにされる。特に、C、N、S、Si、A

50

l、Mn、及びPが、鋼板の電磁シールド効果及び機械的強度に大きな影響を及ぼすことを見出された。この試験の結果に基づいて、最適な鋼の組成系が得られた。

【0032】

更なる試験で、Si、Al、及びMnのような添加元素の含有量は、鋼板の溶融メッキに関係があり、シールド効果及び強度と同時に溶融メッキ適性に優れている鋼の組成につながることを見いだす結果となった。

【0033】

一般的に、鋼板の電磁シールド効果は、N、C及びSのような格子間元素、あるいは析出物を形成することのできる元素の含有量に大きく依存する。例えば、C、N及びSの含有量の増加にともない、鋼の内部ひずみが大きくなり、そして、ひずみ強化により強度を高める。また、格子間元素C、N及びSは、それぞれ、Fe<sub>3</sub>C、AlN及びMnSの形態で析出し、それにより、鋼の強度を高める。

10

【0034】

しかし、大きくなったひずみと、形成された析出物は、鋼の透磁率及び導電率の大幅な低下をもたらし、従って、鋼のシールド特性を低下させる。事実、このような格子間元素のみの使用により、適当な強度の他に95%以上のシールド効率を有する鋼を提供することは、非常に困難である。

【0035】

本発明によると、鋼板の電磁シールド特性に重大な影響を及ぼす、C、N及びSの合計は、鋼の組成において、0.015重量%以下に制限される。

20

【0036】

好ましくは、鋼が電磁シールド能力及び機械的成形性を有するのを確実にするように、C及びNは、それぞれ0.0030%以下の量で含まれ、一方、Sの含有量は0.0090%の量に制御される。

【0037】

格子間元素C、N及びSが上記規定された量で用いられる場合、鋼は、強度で不十分になる。格子間元素の極めて少ない含有量のせいで弱い強度を補うために、他の元素が、鋼の強度を高めるように固溶体強化を引き起こすのに必要とされる。しかし、それらが、透磁率及び導電率の非常に大幅な減少を引き起こすことで電磁シールド効果を低下させないように、強度を改善すべく用いられる元素の量及び種類に制限が課されなければならない。

30

【0038】

Siが本発明の鋼板に含有される。Siの含有量が増えることは、鋼の強度を高めるが、磁気シールド能力を低下させる可能性がある。特に、0.5重量%より多いSiを含有する鋼板は、磁気シールド能力で著しく不十分となると同時に、伸びが大幅に低下し、結果として、十分な機械的成形性を有しなければならない建設及び家庭用電気器具での使用のための磁場シールドパネルとしては適していない。それ故に、本発明によると、Siの含有量は、0.5重量%以下に制限される。一般に、より高いSi含有量のシリコン鋼板であるほど、より高い透磁性を有し、結果としてより良好な磁気シールド効果を有する。しかし、本発明の鋼板は、一般的なシリコン鋼板に対して特徴的に施される熱間アニール処理工程を行わないで、典型的な冷間圧延工程により製造されるので、本発明では、これらの効果を楽しむことができない。

40

【0039】

Alも本発明の鋼板に含有される。Alは、磁場及び電場に対するシールド効果を大幅には低下させず、鋼の強度を改善する。1.0重量%以下のAlが、本発明の鋼板に含有される。1.0重量%より多いAlは、磁場及び電場に対するシールド能力の大幅な低下をもたらす、鋼板の伸びを40%未満に制限する。

【0040】

電磁シールド効果及び機械的特性では、AlはSiと同様の作用を示す。この同様の作用は、鋼板の透磁率及び導電率に対するそれらの影響の他、強化機構の点での、この2つの

50

元素間の類似性のせいであることが考えられる。

【0041】

本発明の鋼板は、Mnも含む。この元素は鋼板の導電率に影響を及ぼさないので、たとえば多くのMnが含有される時でさえ、鋼板の電気シールド能力に変化はない。しかし、鋼板の機械的特性及び磁気シールド効果はMn含有量で大きく変わる。

【0042】

0.1重量%の量までは、Mnは、通常、鋼板の磁気シールド効果(26dB以上)及び伸び(40%以上)に寄与することに加えて、適当な強度(耐力強度18kg/mm<sup>2</sup>)を保証する。しかし、1.0重量%より多いMnが添加される時には、磁気シールド効果はさらには改善されない。伸びに関しては、1.0重量%より多いMnがあると、むしろ低下する。これらの結果を考慮して、Mnは0.1~1.0重量%の量で用いられる。

10

【0043】

Pは、鋼板を強くするのに作用するが、0.06重量%未満の量では電気及び磁気シールド効果に大きな影響を及ぼさない。鋼板は、0.06重量%より多いPを含むとき、25kg/mm<sup>2</sup>以上にまで強度が異常に上がる一方で、シールド効果が不十分になる。従って、本発明の鋼板のPの量は、0.06重量%未満に制限される。

【0044】

鋼板の製造中に不可避免的に存在する元素を除き、Ti、V、及びNbのような他の元素は、結晶粒サイズを細かくし、加えて低周波磁場シールド特性を大幅に低下させるので、本発明の鋼板から除かれるのが好ましい。従って、本発明の鋼板は、結晶粒サイズの縮小の原因となる可能なかぎり多くの元素を除くのが好ましい。

20

【0045】

上記規定された組成を含む鋼板に耐食性を提供するために、鋼板は電気メッキされて良い。例えば、亜鉛層で被膜された鋼板は、むき出しの鋼板と同じ電磁シールド効果を示すことができる。その理由は、亜鉛被膜は非常に薄く、ほとんど磁気特性がないからである。

【0046】

前記組成の冷間圧延鋼板の耐食性を改善するべく、該鋼板は亜鉛又はアルミニウムで溶融メッキされて良い。

【0047】

Si、Al、及びMnは鋼板の溶融メッキに大きな影響を及ぼすので、その鋼板自体が溶融メッキを施される場合、メッキ欠陥が発生する可能性がある。従って、本発明によると、元素が、メッキ欠陥の発生を防ぐよう最適に制御された溶融メッキ鋼板が提供される。

30

【0048】

鋼板の溶融メッキを保証するのに、Siは、好ましくは0.4重量%以下の量で含有される。容易に酸化されるSiは、多すぎる量で存在する場合、冷間圧延鋼板の表面にSiO<sub>2</sub>を形成し、その酸化物は被膜性に悪影響を及ぼす。0.2~0.4重量%のSi範囲内では、鋼板は、溶融メッキされた後に、メッキ欠陥とは異なる若干黒ずんだ表面を有する。この問題は、その後のスキンプラス工程により解決できる。ここで、スキンプラスとは、鋼板の形状及び粗さを制御するために製品製造の最終段階で行われ、非常に低い負荷下で圧延することを意味する。従って、溶融メッキ後に、そのような追加のスキンプラス工程を行わないように、0.2重量%以下のSi含有量に制限することがより好ましい。

40

【0049】

鋼板の溶融メッキに関して、鋼板は0.6重量%以下の量のAlを含有することが好ましい。0.6重量%を超えるAl含有量は、鋼板の被膜性を低下させ、結果としてメッキ欠陥の原因となる。軽微な溶融メッキ欠陥は、0.4~0.6重量%のAlを含有する鋼板で観察される可能性があるが、溶融メッキ工程の後のスキンプラス工程で除去されることができる。それ故に、このような付加的に後続くスキンプラス工程を省略することが好ましく、0.4重量%以下にAl含有量を制限することが必要となる。

【0050】

Mn含有量に関しては、好ましくは、0.2~0.8重量%の範囲に規定される。例えば

50



、Mnがほとんど用いられない時には、鋼板の強度が適当な水準に到達することを保証することは困難である。一方、0.8重量%より多いMnは、溶融メッキの際に欠陥を引き起こしやすい。

【0051】

本発明によると、Mn、Si、Al、及びPの合計は、鋼板の0.2～1.0重量%の範囲内に入る。Mn、Si、Al、及びPの合計が、0.2重量%未満である時、鋼板の強度は、 $18\text{ kg/mm}^2$ 以下までしか上げられない。Mn、Si、Al、及びPを全部で1重量%より多い量で含有する鋼板は、著しく不十分な磁気シールド効果を有し、溶融メッキ欠陥の発生を被る。

【0052】

溶融メッキ特性の側面では、その他の成分元素P、C、N、及びSの含有量も上で規定されるようになる。

【0053】

上記のように、添加元素の含有量を制御することにより、優れた電磁シールド効果及び溶融メッキ特性を有する溶融メッキ鋼板が、有効に製造されることができるといえる。

【0054】

本発明によると、鋼板に色を出すために、鋼板は有機樹脂の層で被膜されて良い。ポリエチレン又はアクリルのような染料含有の有機樹脂で被膜された後、鋼板、いわゆるPCM（予備被膜した金属）鋼板は、樹脂に含まれる染料が非磁性であるからだけでなく、被膜の厚さが $25\text{ }\mu\text{m}$ と薄いために、鋼板がそれ以前に有していた固有の電磁シールド能力及び機械的特性を保っている。

【0055】

本発明によると、0.9以上の放射効率、いわゆる放射率の遠赤外線放射物が、鋼板の電磁メッキ又は溶融メッキ被膜層の上に $15\sim 60\text{ }\mu\text{m}$ の厚さにまで形成されて良い。好ましくは、遠赤外線放射の粉末は、 $1\text{ m}^2/\text{g}$ 以上の比表面積を有し、 $17\sim 99\%$ の $\text{Mg}(\text{OH})_2$ を含む。

【0056】

本発明は概ね記載したが、説明のみの目的のためにここに提供され、そして特に定めのない限り制限するつもりのない、ある具体的な実施例を参照することにより、さらに理解が得られることができる。

【0057】

（実施例1）

電磁シールド能力に対する格子間元素N、C、及びSの効果を試験するのに、異なる組成の鋼スラブが、下の表1に示されるように、異なるN、C、及びS含有量で作製され、 $30\text{ kg}$ のそれぞれの鋼組成物が真空下で溶解された。表1において、表示“Tr”は、元素の添加がないことを意味する。

【0058】

この鋼のスラブは、 $1250$  に再加熱され、そして $900$  で終わる温度で熱間圧延され、熱間圧延鋼板をそれぞれ $2\text{ mm}$ の厚さにした。熱間圧延のスケールは、酸で酸洗いすることにより、鋼板から除去された。酸洗いした熱間圧延鋼板は、 $50\%$ の圧延率で $1\text{ m}$ の厚さにまで冷間圧延された。続いて、連続アニールシミュレーター（consecutive annealing simulator）を用いて、アニールが $850$ で行われ、冷間圧延鋼板を製造した。

【0059】

電磁シールド効果の分析器を用いて、それぞれの冷間圧延鋼板が、 $60\text{ Hz}$ での電磁シールド効果について計測され、その結果が下の表1に与えられた。また、鋼板の耐力強度及び伸びといった機械的特性が、万能試験機の使用により計測され、下の表1にまとめられた。

【0060】

【表1】

10

20

30

40

50

組成物 No.	成分(重量%)						磁気 シールド (dB)	電気 シールド (dB)	耐力強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
	C	N	S	Si	Al	Mn				
C.1	0.0025	0.0015	0.0080	Tr.	Tr.	Tr.	28.3	41.4	14.8	51
C.2	0.0100	0.0030	0.0080	Tr.	Tr.	Tr.	16.2	40.4	22.1	43
C.3	0.0025	0.0080	0.0080	Tr.	Tr.	Tr.	21.3	41.0	20.8	42
1	0.0020	0.0020	0.0080	0.2	Tr.	0.2	27.9	40.1	22.3	43
2	0.0025	0.0025	0.0090	0.1	Tr.	0.1	27.7	40.1	18.7	46
C.4	0.0020	0.0020	0.0160	0.2	Tr.	0.2	23.9	40.1	25.1	39
C.5	0.0030	0.0080	0.0100	0.2	Tr.	0.2	22.2	39.9	25.3	38
C.6	0.0100	0.0025	0.0080	0.2	Tr.	0.2	15.4	39.8	27.2	36

## 【0061】

表1のデータから明らかなように、それぞれ、C、N、及びSを合計で0.0150重量%未満に保持し、それぞれ適当な量のSi及びMnを含有した本発明の鋼板(組成物No.1及び2)は、優れた電気及び磁気シールド効果を示し、両方が26dB(シールド効率95%)より大きくなることを見出され、そして18kg/mm<sup>2</sup>より高い耐力強度を有していた。それらの機械的成形性も、伸びに関して優れていることが見出された(40%より高い)。

## 【0062】

反対に、N、C、及びSの含有量の少ない比較の組成物No.1は、電気及び磁気シールド効果の両方に優れていたが、その強度は、本発明での使用に好適であるには低すぎた。

## 【0063】

N、C、及びS含有量が本発明で規定した範囲の上限を超えた比較の組成物No.2~6は、強度に優れていたが、電気シールド効果に大幅な低下があると同時に、磁気シールド効果で非常に不十分であることが見出された。

## 【0064】

(実施例2)

鋼板の電磁シールド効果及び機械的特性に対するSi及びAlの影響の試験がなされた。これに関して、異なる組成の鋼スラブが、下の表2に示されるように、異なるSi及びAl含有量で作製され、30kgのそれぞれの鋼組成物が真空溶解された。表2において、表示“Tr”は、元素の添加がないことを意味する。

## 【0065】

この鋼のスラブは、1250に再加熱された後、900で終わる温度で熱間圧延され、熱間圧延鋼板をそれぞれ2mmの厚さにした。その鋼板は、酸で酸洗いされ、鋼板から熱間圧延のスケールを除去した。酸洗いした熱間圧延鋼板は、50%の圧延率で1mmの厚さにまで冷間圧延された。続いて、連続アニールシミュレーターを用いて、アニールが850で行われ、冷間圧延鋼板を製造した。

## 【0066】

電磁シールド効果の分析器を用いて、それぞれの冷間圧延鋼板が、60Hzでの電磁シールド効果について計測され、その結果が下の表2に与えられた。また、鋼板の耐力強度及び伸びといった機械的特性が、万能試験機の使用により計測され、下の表2にまとめられた。

## 【0067】

【表2】

10

20

30

40

組成物 No.	成分(重量%)						磁気 シールド (dB)	電気 シールド (dB)	耐力強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
	C	N	Si	Al	Mn	P				
3	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.2	Tr.	27.9	40.1	22.3	43
4	<0.003	<0.003	0.4	Tr.	0.2	Tr.	26.8	38.4	24.8	41
C.7	<0.003	<0.003	0.6	Tr.	0.2	Tr.	25.5	37.9	27.5	39
C.8	<0.003	<0.003	0.8	Tr.	0.2	Tr.	22.7	37.9	29.2	36
5	<0.003	<0.003	Tr.	0.4	0.2	Tr.	26.6	39.8	21.4	45
6	<0.003	<0.003	Tr.	0.8	0.2	Tr.	26.1	38.6	21.2	43
C.9	<0.003	<0.003	Tr.	1.2	0.2	Tr.	25.4	37.5	24.5	38
C.10	<0.003	<0.003	Tr.	1.6	0.2	Tr.	24.1	36.7	26.2	36

## 【0068】

表2で見られるように、本発明の範囲のC、N、及びSの合計と、適当な量のSi及びAlを含む組成物No. 3~6の鋼板は、すぐれた電気及び磁気シールド効果を示し、両方が26dB(シールド効率95%)より大きくなることを見出され、そして18kg/mm<sup>2</sup>より高い耐力強度を有していた。それらの成形性も、伸びに関して優れていることが見出された(40%より高い)。

## 【0069】

反対に、Si含有量が0.5%を超える比較の組成物No. 7及び8は、磁気シールド効果と同時に伸びが大幅に低下した。それ故に、これらは、建設及び家庭用電気器具での使用のための磁場シールドパネルとしては適していない。

## 【0070】

Al含有量が1.0%を超える比較の組成物No. 9及び10は、強度で改善されるが、電気及び磁気シールド効果の両方では低下し、加えて40%未満の伸びを示した。このように、これらも、本発明での使用のためには適していない。

## 【0071】

(実施例3)

異なる組成の鋼スラブが、下の表3に示されるように、異なるMn及びP含有量で作製され、30kgのそれぞれの鋼組成物が真空溶解された。表3において、表示“Tr”は、元素の添加がないことを意味する。

## 【0072】

この鋼のスラブは、1250に再加熱された後、900で終わる温度で熱間圧延され、熱間圧延鋼板をそれぞれ2mmの厚さにした。その鋼板は、酸洗することによって、鋼板から熱間圧延のスケールを除去し、その後、酸洗いした熱間圧延鋼板を、50%の圧延率で1mmの厚さにまで冷間圧延した。続いて、連続アニールシミュレーターを用いて、アニールが850で行われ、冷間圧延鋼板を製造した。

## 【0073】

電磁シールド効果の分析器を用いて、それぞれの冷間圧延鋼板の、60Hzでの電磁シールド効果の計測がなされ、その結果が下の表3に与えられた。また、鋼板の耐力強度及び伸びといった機械的特性が、万能試験機の使用により計測され、下の表3にまとめられた。

## 【0074】

## 【表3】

10

20

30

40

組成物 No.	成分(重量%)						磁気 シールド (dB)	電気 シールド (dB)	耐力強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
	C	N	Si	Al	Mn	P				
7	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.1	Tr.	27.3	40.1	23.5	41
8	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.3	Tr..	27.7	40.0	21.8	45
9	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.5	Tr.	27.9	40.0	19.5	48
10	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.7	Tr.	26.0	39.9	21.3	43
C.11	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.9	Tr..	24.7	39.9	23.5	40
11	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	0.7	Tr.	26.6	40.3	21.4	45
12	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	0.9	Tr..	26.1	40.1	23.1	41
C.12	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	1.1	Tr.	25.4	40.1	25.2	38
13	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	Tr.	26.2	38.5	24.1	42
14	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	0.04	26.0	38.2	24.7	41
C.13	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	0.08	23.8	38.2	27.3	36

10

## 【0075】

表3で見られるように、本発明の範囲のC、N、及びSの合計と、適当な量のMn、Si、及びAlを含む組成物No. 7~14の鋼板は、すぐれた電気及び磁気シールド効果を示し、両方が26dB(シールド効率95%)より大きくなることを見出され、そして18kg/mm<sup>2</sup>より高い耐力強度を有していた。それらの成形性も、伸びに関して優れていることを見出された(40%より高い)。

## 【0076】

反対に、0.8%を超えるMn含有量の比較の組成物No. 11及び12は、伸びに関して低下しているうえに、磁気シールド効果が不十分であることを示した。0.06%より多いP含有量の比較の組成物No. 13も、その不十分な伸び及びシールド効果のために、本発明に合う用途での使用には適していない。

20

## 【0077】

(実施例4)

前記組成物No. 1~3で製造された冷間圧延鋼板上に、亜鉛が、電気メッキシミュレーターの使用により、15g/m<sup>2</sup>の被膜密度で、65で電気メッキ(電解亜鉛メッキ)された。分析は、その鋼板が、電気メッキ前と同じ電磁シールド効果及び機械的特性を保つことを示した。これは、亜鉛被膜層が磁性でない上に、2.5μmの薄さであるという事実のためであった。従って、本発明の冷間圧延鋼板は優れた電磁シールド効果を有し、腐食に対して耐性があるようにすることができる。

30

## 【0078】

(実施例5)

異なる組成の鋼スラブが、下の表4に示されるように、異なるSi及びAl含有量で作製され、30kgのそれぞれの鋼組成物が真空溶解された。表4において、表示“Tr”は、元素の添加がないことを意味する。

## 【0079】

この鋼のスラブは、1250に再加熱された後、900で終わる温度で熱間圧延され、熱間圧延鋼板をそれぞれ2mmの厚さにした。その鋼板は、酸で酸洗いされ、鋼板から熱間圧延のスケールを除去した。その後、酸洗いした熱間圧延鋼板は、50%の圧延率で1mmの厚さにまで冷間圧延された。続いて、連続アニールシミュレーターを用いて、アニールが850で行われ冷間圧延鋼板を製造し、その後、それを溶融メッキシミュレーターの使用により300g/m<sup>2</sup>の被膜密度にまで亜鉛で溶融メッキした。

40

## 【0080】

電磁シールドの分析器を用いて、それぞれのメッキした冷間圧延鋼板が、60Hzでの電磁シールド効果について計測され、その結果が下の表4に与えられた。また、鋼板の耐力強度及び伸びといった機械的特性が、万能試験機の使用により計測され、下の表4にまとめられた。

## 【0081】

溶融メッキ鋼板のメッキ適性が、肉眼での観察及び被膜付着性を試験することにより判断され、良好な状態に対しては0として、続くスキンプラス工程で除去できる、直せるメッキ

50

欠陥の存在に対しては ○として、直せない重大なメッキ欠陥の存在に対しては Xとして、表 4 に表された。

【 0 0 8 2 】

【 表 4 】

組成物 No.	成分(重量%)						磁気 シールド (dB)	電気 シールド (dB)	耐力強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	熔融 メッキ 適性
	C	N	Si	Al	Mn	P				
1	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.2	Tr.	28.1	40.5	22.0	○
2	<0.003	<0.003	0.4	Tr.	0.2	Tr.	26.9	38.9	24.0	△
C.1	<0.003	<0.003	0.6	Tr.	0.2	Tr.	25.5	38.2	27.4	X
C.2	<0.003	<0.003	0.8	Tr.	0.2	Tr.	22.8	38.0	28.6	X
3	<0.003	<0.003	Tr.	0.2	0.2	Tr.	26.9	40.5	20.6	○
4	<0.003	<0.003	Tr.	0.4	0.2	Tr.	26.5	39.9	21.3	○
5	<0.003	<0.003	Tr.	0.6	0.2	Tr.	26.1	39.2	23.3	△
C.3	<0.003	<0.003	Tr.	0.8	0.2	Tr.	25.4	38.8	22.5	X
6	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	Tr.	26.1	38.5	24.1	○
C.4	<0.003	<0.003	0.3	0.4	0.2	Tr.	24.2	38.2	25.8	○
C.5	<0.003	<0.003	0.3	0.6	0.2	Tr.	21.6	37.7	26.3	X

10

【 0 0 8 3 】

表 4 のデータから明らかなように、合計 0 . 0 1 5 0 重量%未満の C、N、及び S を保持し、適当な量の Mn、Al、Si 及び P の合計を含有したそれぞれの本発明の鋼板（組成物 No . 1 ~ 6 ）全部が、すぐれた耐力強度と、電気及び磁気シールド能力であったことに加えて、概ね良好なメッキ適性を示した。特に、メッキ適性に関しては、Al と Si の含有量が、それぞれ 0 . 4 と 0 . 2 % 以下に制御された時（組成物 No . 1、3、4、及び 6 ）のほうが、他の時（組成物 No . 2 及び 5 ）より良好であることが見出された。

20

【 0 0 8 4 】

一方、0 . 4 % より多い Si 含有量の、比較の組成物 No . 1 及び 2 は、メッキ欠陥が観察されたように、不十分なメッキ特性を示した。これは、容易に酸化される Si が鋼板の表面に多くの SiO<sub>2</sub> を形成した事実のせいであると考えられる。

【 0 0 8 5 】

また、深刻なメッキ欠陥が、Al 含有量が 0 . 6 % を超える比較の組成物 No . 3 で観察された。

30

【 0 0 8 6 】

Mn、Si、及び Al が、個々では本発明により規定された含有量範囲内であったとしても、Mn、Al、Si、及び P の合計が 1 . 0 % を超える場合（比較の組成物 No . 4 及び 5 ）、鋼板は、磁気シールド効果の低下とともに、熔融メッキ後の被膜附着性の点で不十分なメッキ特性を示した。

【 0 0 8 7 】

（実施例 6）

異なる組成の鋼スラブが、下の表 5 に示されるように、異なる Mn 含有量で作製され、30kg のそれぞれの鋼組成物が真空溶解された。表 5 において、表示 “ Tr ” は、元素の添加がないことを意味する。

40

【 0 0 8 8 】

この鋼のスラブは、1250 に再加熱された後、900 で終わる温度で熱間圧延され、熱間圧延鋼板をそれぞれ 2mm の厚さにした。熱間圧延のスケールが、酸で酸洗いすることにより、鋼板から除去された。その後、酸洗いした熱間圧延鋼板は、50% の圧延率で 1mm の厚さにまで冷間圧延された。続いて、連続アニールシミュレーターを用いて、アニールが 850 で行われ冷間圧延鋼板を製造し、その後、それを熔融メッキシミュレーターの使用により 300g / m<sup>2</sup> の被膜密度にまで亜鉛で熔融メッキした。

【 0 0 8 9 】

電磁シールド効果の分析器を用いて、それぞれのメッキした冷間圧延鋼板が、60Hz の電磁シールド効果について計測され、その結果が下の表 5 に与えられた。また、鋼板の

50

耐力強度及び伸びといった機械的特性が、万能試験機の使用により計測され、下の表5にまとめられた。

【0090】

溶融メッキ鋼板のメッキ適性が、肉眼での観察及び被膜付着性を試験することにより判断され、良好な状態に対してはOとして、重大なメッキ欠陥の存在に対してはXとして、表5に表された。

【0091】

【表5】

組成物 No.	成分(重量%)					磁気 シールド (dB)	電気 シールド (dB)	耐力強度 (Kg/mm <sup>2</sup> )	溶融 メッキ 適性
	C	N	Si	Al	Mn				
7	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.2	27.9	40.5	23.5	O
8	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.4	28.2	40.3	21.8	O
9	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.6	28.3	40.4	19.5	O
10	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.8	26.8	40.3	21.3	O
C.6	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	1.0	25.6	40.2	23.5	X
11	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	0.2	28.1	40.5	18.1	O
C.7	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	Tr.	28.4	41.5	14.5	O

10

【0092】

Mn、Al、Si及びPの合計が1.0%以下になるとともに、本発明で規定された含有量範囲のMnを含有する鋼板(組成物No.7~11)全てが、耐力強度及び電磁シールド能力に優れていた上に、良好なメッキ適性を示すことが表5のデータから明らかである。

20

【0093】

反対に、0.8%より多いMn含有量で、かつ1.0%以上のMn、Si、Al、及びP含有量の合計である比較の組成物No.6は、深刻なメッキ欠陥を有することが観察された。一方、比較の組成物No.7は、電磁シールド能力及び溶融メッキ特性にはすぐれているのだが、耐力強度が低く通常の建設パネルとしての使用に適していなかった。

【0094】

格子間元素C、N、及びSと同時に、添加元素Si、Al、Mn、及びPが、以上に記載されているように制御された量で含有される本発明の鋼板は、電磁シールド能力、強度、及び加工性に優れているので、それらは、建設及び電気器具での使用のための電磁場シールドパネルとして適している。

30

## 【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  
27 June 2002 (27.06.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/50322 A2

- (51) International Patent Classification: C22C  
c/o Research Institute Of Industrial Science & Technology, San 32, Hyoja-dong, Nam-ku, 790-330 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **CHO, Noi-Ha** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **KWAK, Young-Jin** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **KWON, Soon-Joo** [KR/KR]; 3-1201 Kyosoo Apt., Jigok-dong, Nam-ku, 790-390 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **KIM, Yong-Min** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **LEE, Jung-Sik** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR).
- (21) International Application Number: PCT/KR01/02212
- (22) International Filing Date:  
19 December 2001 (19.12.2001)
- (25) Filing Language: Korean
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data:  
2000/78772 19 December 2000 (19.12.2000) KR  
2000/81056 23 December 2000 (23.12.2000) KR
- (71) Applicants for all designated States except US: **POHANG IRON & STEEL CO., LTD.** [KR/KR]; 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY** [KR/KR]; San 32, Hyoja-dong, Nam-ku, 790-330 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR).
- (72) Inventors; and  
(75) Inventors/Applicants for US only: **LEE, Jae-Young** [KR/KR]; c/o Research Institute of Industrial Science & Technology, San 32, Hyoja-dong, Nam-ku, 790-330 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **KIM, Eel-Young** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyung-sangbook-do (KR). **SOHN, Jin-Gun** [KR/KR];
- (74) Agent: **SON, Won**, C & S Patent and Law Office, C-2306 Daelim Acrotel, 467-6 Dogok-dong, Gangnam-ku, Seoul 135-270 (KR).
- (81) Designated States (national): BR, CN, ID, JP, NO, US.
- (84) Designated States (regional): European patent (BE, DE, ES, FR, GB, IT, NL, SE).
- Published:  
— without international search report and to be republished upon receipt of that report
- 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: A STEEL PLATE AND A HOT DIP GALVANIZING STEEL PLATE HAVING SUPERIOR ELECTRIC AND MAGNETIC SHIELDING PROPERTY

(57) Abstract: Disclosed are a steel plate and a hot-dip galvanized steel plate, superior in terms of high electromagnetic shield capacity. The steel plate is prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.150 % by weight or less in total, Mn in an amount of 0.1 to 1.0 % by weight, Si in an amount of 0.5 % by weight or less, Al in an amount of 1.0 % by weight or less, P in an amount of 0.06 % by weight or less, and Fe for the remainder, and inevitable elements, and shows a yield strength of 18 kg/mm<sup>2</sup> or higher, and an elongation of 40 % or higher. The hot-dip galvanized steel plate is prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.0150 % by weight or less in total, Mn in an amount of 0.2 to 0.8 % by weight, Al in an amount of 0.6 % by weight or less, Si in an amount of 0.4 % by weight or less, P in an amount of 0.06 % by weight or less, with the proviso that the sum of Mn, Al, Si and P amounts to 0.2-1.0 % by weight, and Fe for the remainder, and inevitably present elements. In addition to having high yield strength, the hot-dip galvanized steel plate is resistant to corrosion owing to the coating of a corrosion-resistant element on the surface.

WO 02/50322 A2

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

1

A STEEL PLATE AND A HOT DIP GALVANIZING STEEL PLATE HAVING  
SUPERIOR ELECTRIC AND MAGNETIC SHIELDING PROPERTY

## TECHNICAL FIELD

The present invention relates to electromagnetic  
5 shield steel plates and hot-dip galvanized steel plates for  
use in construction and electric and electronic appliances,  
like construction panels, casings for electronic  
appliances, panels for power transmission lines, etc. More  
particularly, the present invention relates to steel plates  
10 and hot-dip galvanized steel plates which show a shield  
effect of 26 dB (shield efficiency 95%) or higher against  
electromagnetic fields at 60 Hz, a yield strength of 18-25  
kg/mm<sup>2</sup>, and an elongation of 40% or higher.

## BACKGROUND ART

15 Many natural and human-made sources generate  
electromagnetic energy in the form of electromagnetic  
waves. These waves consist of oscillating electric and  
magnetic fields which interact differently with biological  
systems such as cells, plants, animals, or human beings.  
20 The finding of electromagnetic waves having detrimental  
effects on the body has led to the development of various  
methods and materials for shielding electromagnetic waves.  
Waves adversely affecting the body are collectively called  
harmful waves.



WO 02/50322

PCT/KR01/02212

2

Recent studies have demonstrated harmful effects of electromagnetic waves at low frequencies on biological systems. Particularly, a series of studies results revealing the interrelation of the electromagnetic field  
5 (60 Hz) around power transmission lines with carcinogenesis has had great repercussions all over the world.

In addition to carcinogenic effects, low frequency waves with magnetic properties are found to cause inductive currents in the body upon exposure to the waves for a long  
10 period of time, upsetting the biological balance of various ions, such as Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> and so forth, across cellular membranes, which results in adversely affecting the hormone secretion and immunocytes of the body.

Further, other studies showed the influence of  
15 magnetic fields on the secretion of melatonin, a hormone responsible for regulating the sleep cycle, adding that the body may suffer from insomnia upon prolonged exposure to magnetic fields.

Recent legislation, in response to environmental  
20 concerns stemming from adverse health effects of electromagnetic fields, has been enacted to lower the acceptable levels of electromagnetic waves emitted from various electrical or electromagnetic appliances in many countries. Further, the regulation concerning  
25 electromagnetic waves is used as an import barrier against electric and/or electromagnetic appliances. For example, Sweden and other European countries prohibit the import of

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

3

TVs or computer monitors that show a magnetic leakage of 2 mG or higher.

Likewise, in Korea, there was enacted a law which regulates exposure limits of electric and magnetic fields by frequency bands (Standards for human body protection from electromagnetic waves, Notification No. 2000-91 of the Ministry of Information and Communication of Korea). Also, there is a legislation notification by which electromagnetic waves will be treated as environmental pollution sources (Publication No. 2001-77 of the Ministry of the Environment of Korea).

In order to cope with such harmful electromagnetic waves, shielding technology has been developed in two aspects: structure and material. With regard to the construction aspect, magnetically shielded rooms are disclosed in U. S. Pat. No. 6,282,848 and Japanese Pat. Laid-Open Publication No. Hei. 7-32136. Electrically conductive materials such as copper are in current use as shields against electromagnetic waves, as disclosed in Japanese Pat. Laid-Open Publication No. 2001-217589. However, such materials are useful only for electromagnetic waves at high frequencies (1 KHz or higher).

Electromagnetic waves at 60 Hz, usually detected in general power sources, are composed of an electric field and a magnetic field component, which both vary with time. Accordingly, in order to shield these low frequency electromagnetic waves, which have recently been shown to have adverse health effects, time-varying electric and

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

4

magnetic fields should be considered together. However, there have not yet been developed practical technologies for steel plates that can effectively shield time-varying electromagnetic fields.

5           Conventionally, steel plates with high magnetic permeability are used as electromagnetic shields. For instance, Japanese Pat. Laid-Open Publication Nos. Hei. 10-208670 and Hei. 10-96067 and PCT WO 97/11204 disclose static magnetic field-shielding steel plates which can be  
10 adopted in color image tubes of, for example, TV monitors, with the aim of preventing color modulation on the monitors. Such steel plates are used to take advantage of their coercive force and permeability under static magnetic field such as earth magnetic field, but cannot cope with  
15 time-varying magnetic and electric fields. Accordingly, the conventional steel plates are somewhat different from electromagnetic wave shields.

As occasion demands, construction materials are required to not permit the permeation of electromagnetic  
20 waves thereto. In this regard, hot-rolled thick plates using silicon steel are suggested for use in electromagnetic field shield constructions, as disclosed in Japanese Pat. Laid-Open Publication Nos. 2001-107201 and 2001-107202. The construction materials, however, take  
25 advantage only of the high permeability of silicon steel under static magnetic fields, and are not described in terms of shield effect of electric fields. Further, the steel plates are poor in formability and platability(the

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

5

property of galvanized coating) because they are not cold-rolled but hot-rolled.

Also, the present inventors disclosed a steel material with excellent magnetic shield effect at low frequencies in Korean Pat. Appl'n No. 1999-52018. The shield capacity is a theoretical value obtained from the permeability and conductivity measured under static magnetic fields, and thus differs from real values, finding difficulty in practical application. Thus, there remained a need for shield evaluation under time-varying magnetic fields.

Meeting this need, methods for evaluating the magnetic shielding capacity of steel plates according to frequencies were developed (Korean Pat. Nos. 2000-799907 and 2000-80886), and are in current use.

Typically, the shielding efficiency of a steel plate can be obtained by the following equations:

Equation 1

$$\text{Magnetic Shield Efficiency} = \frac{\text{Applied Magnetic Field} - \text{Transmitted Magnetic Field}}{\text{Applied Magnetic Field}} \times 100$$

Equation 2

$$\text{Electric Shield Efficiency} = \frac{\text{Applied Electric Field} - \text{Transmitted Electric Field}}{\text{Applied Electric Field}} \times 100$$

Expressed as dB units, the shield effect of a steel plate can be obtained by the following equations:

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

6

Equation 3

$$\text{Magnetic Shield Effect} = -20 \log \frac{\text{Transmitted Magnetic Field}}{\text{Applied Magnetic Field}}$$

Equation 4

$$\text{Electric Shield Effect} = -20 \log \frac{\text{Transmitted Electric Field}}{\text{Applied Electric Field}}$$

5 According to the equations, the shield effect of a  
shielding material having a shielding efficiency of 90 %  
(attenuation of electromagnetic waves to one tenth) can be  
expressed as 20 dB. A shielding efficiency of 95 %  
(attenuation of electromagnetic waves to one twentieth)  
10 corresponds to a shield effect of about 26 dB.

Korean Pat. Appl'n No. 2000-81056 to the present  
inventors is directed to a biowave steel plate based on an  
electromagnetic shielding cold-rolled steel plate on which  
powders emitting far-infrared radiation are coated. To  
15 improve the shield effect against time-varying magnetic  
fields, that is, to obtain high permeability under time-  
varying magnetic fields, the biowave steel plate for  
shielding electromagnetic waves contains carbon in an  
amount of 0.02 % or less and Si in an amount of 0.5-3.5 %.

20 Superior as it is in electromagnetic shield effect,  
the cold-rolled steel plate with a carbon content of 0.02 %  
or less is found to be poor in strength not only because  
its steel structure becomes coarse in terms of grain size,  
but also because it has low strain due to reduction of

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

7

carbon solid solution and it has less carbon precipitate. Therefore, the steel plate is not suitable for use in construction and furniture that require appropriate strength.

5 Silicon steel plates with a silicon content of 0.5-3.5 % show excellent magnetic shield effect, but shield electric fields only poorly. Particularly, such silicon steel plates are too high in strength and very poor in formability (elongation 40% or less), so that they are very  
10 difficult to apply to construction and household appliances which require formability of materials. In the case that silicon steel plates are laminated for use in magnetic cores, an electric insulating material is coated on the surface of the laminate structure to minimize eddy current  
15 loss. Thus, it is impossible to plate the silicon steel with corrosion resistant materials such as zinc. Additionally, the silicon steel plates are expensive because they are not produced by the general cold rolled process (at an annealing temperature of 900 °C or less),  
20 but annealed at high temperatures (higher than 900 °C) in special furnaces. For these reasons, silicon steel plates are not suitable as panel materials for construction and household electronic appliances.

For use in exterior environments, like construction  
25 exterior finishes, silicon steel plates must be corrosion-resistant. In this regard, hot-dip galvanizing with anti-corrosive materials is carried out on such exterior finishes. According to the present inventors' experiment

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

8

in which silicon steel plates are coated with zinc by hot-dip galvanizing after being deprived of electric insulating materials, it was found that the silicon steel plates are poorly coated owing to the presence of Si.

5

## DISCLOSURE OF THE INVENTION

Leading to the present invention, the thorough and intensive research to electromagnetic shield steel plates suitable for use in construction and electronic appliance, resulted in the finding that interstitial elements C, N, and S as well as additive elements Si, Al, Mn and P have great influence on the electromagnetic shield effect and strength of the steel plate and that contents of the additive elements are related to the hot-dip galvanization of the steel plate.

Therefore, it is an object of the present invention to overcome the above problems encountered in prior arts and to provide a steel plate and a hot-dip galvanized steel plate which shows a shield effect of 26 dB (shield efficiency 95%) or higher against time-varying electromagnetic fields at 60 Hz on the basis of 1 mm thickness of the plate, a yield strength of 18~25 kg/mm<sup>2</sup>, and an elongation of 40% or higher.

In accordance with an aspect of the present invention, there is provided a steel plate with electromagnetic shield effect, prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.0150% by weight or

25

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

9

less in total; Mn in an amount of 0.1 to 1.0% by weight; Si  
in an amount of 0.5% by weight or less; Al in an amount of  
1.0% by weight or less; P in an amount of 0.06% by weight  
or less; and Fe for the remainder, and inevitably present  
5 elements.

In accordance with another aspect of the present  
invention, there is provided a hot-dip galvanized steel  
plate with high electromagnetic shield capacity and yield  
strength, prepared from a composition comprising C, N and S  
10 in an amount of 0.0150% by weight or less in total; Mn in  
an amount of 0.2 to 0.8% by weight; Al in an amount of 0.6%  
by weight or less; Si in an amount of 0.4% by weight or  
less; P in an amount of 0.06% by weight or less, with the  
proviso that the sum of Mn, Al, Si and P amounts to  
15 0.2-1.0 % by weight; and Fe for the remainder, and  
inevitably present elements.

#### BEST MODES FOR CARRYING OUT THE INVENTION

The present invention pertains to steel plate shields  
against electric and magnetic fields. Magnetic fields are  
20 generated by currents, while electric fields are induced by  
voltages. At low frequencies, electromagnetic waves are  
separated into electric and magnetic components. To be  
used as an electromagnetic shield, a material must  
attenuate or shield both of the electric and magnetic  
25 components.



WO 02/50322

PCT/KR01/02212

10

The magnetic shield effect of a material against magnetic fields at low frequencies is determined by the ability to alter magnetic flux paths and to cause eddy current loss. Herein, the alteration of a magnetic flux path means that, when a harmful magnetic field is incident upon a shield material, a path through which the magnetic field can flow is generated on the surface of the material, so that the magnetic field is not led to an interior of the shield material, but guided elsewhere to dissipate. Herein, the eddy current loss indicates that, when being incident upon a shield material, a magnetic field in wave form is dissipated as heat energy at the surface of the shield material by an eddy current which circulates on the material in the direction of eliminating the magnetic field. Materials with higher permeability are more advantageous in the alteration of magnetic flux paths. Also, the eddy current loss generated at low frequencies is typically increased with increasing of the electric conductivity and permeability of a shield material. Hence, steel plates with high permeability and electric conductivity at 60 Hz exhibit excellent low-frequency magnetic field shielding properties.

Electric fields can be induced upon generation of potential differences even if currents do not flow. To prevent the induction of an electric field in a shielded space, it must be in an equipotential state. Desirable as electric shields are materials with high volume electric conductivity because higher electric conductivity is more

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

11

advantageous in preventing the generation of a potential difference.

In the experience of the present inventors, it was very difficult to exactly measure the electric conductivity and magnetic permeability of a material in the presence of a time-varying electric field, such as electromagnetic waves. In addition, the preparation of samples was so complex as to cause large error in the measurement of the conductivity and permeability.

In the present invention, steel plates are measured for shield effect against magnetic and electric fields. In this regard, low-frequency magnetic shield effect was evaluated by use of an apparatus for measuring magnetic shield effect under time-varying magnetic fields (Korean Pat. Nos. 2000-79907 and 2000-80886). As for shield effect against time-varying electric fields, it is determined by the ratio of electric field intensities measured in a shielded space in the presence of and in the absence of a shielding material using a voltage source of 1,200 volts/m at 60 Hz, positioned outside of the shielded room.

Steel plates may comprise various elements in addition to Fe. The alloy elements that are generally added to ferromagnetic Fe to improve the strength and corrosive resistance of steel plates, affect the maximal permeability and electric conductivity of steel plate under time-varying magnetic fields (60 Hz). Also, the permeability and electric conductivity varies with the carbon content and grain size of the steel plate. Of course, steel plates

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

12

show different mechanical properties according to composition due to the change of strengthening mechanisms such as solid-solution hardening, grain size refinement, etc.

5 In accordance with the present invention, there is provided a steel plate which has a strength suitable for use in construction and furniture panels, that is, a yield strength of 18-25 kg/mm<sup>2</sup>, as well as an electromagnetic shield capacity of 95% (26 dB) or higher. Through the  
10 thorough and intensive experiments conducted by the present inventors, in which steel plates were measured for electromagnetic shield effect and mechanical strength while being changed in composition, the role of each component in determining the electromagnetic shield effect and strength  
15 of the steel plate are defined. Particularly, C, N, S, Si, Al, Mn and P were found to have great influence on the electromagnetic shield effect and mechanical strength of the steel plate. Based on the results of the experiments, an optimal steel composition system could be obtained.

20 Additional experiments resulted in the finding that contents of additive elements, such as Si, Al and Mn, are related to the hot-dip galvanization of the steel plate, leading to a steel composition superior in hot-dip platability as well as shield effect and strength.

25 On the whole, the electromagnetic shield effect of a steel plate is largely dependent on its content of interstitial elements such as N, C and S, or elements which can form the precipitate. For instance, the internal

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

13

strain of steel increases with increasing of the content of C, N and S and increase the strength due to strain-hardening. Also, the interstitial elements C, N and S are precipitated as forms of Fe<sub>3</sub>C, AlN and MnS, respectively, 5 thereby increasing the strength of the steel.

However, the increased strain and formed deposits give rise to a great decrease in the permeability and electric conductivity of the steel, thus deteriorating shield properties of the steel. In fact, it is very 10 difficult to provide steel with an appropriate strength as well as a shield efficiency of 95% or higher by use of such interstitial elements only.

In accordance with the present invention, the sum of C, N and S, which have a fatal influence on electromagnetic 15 shield properties of steel plates, is limited to up to 0.015% by weight in the composition of the steel.

Preferably, C and N are each contained in an amount of 0.0030% or less, while the content of S is controlled in an amount of 0.0090%, so as to ensure the steel being of 20 electromagnetic shield capacity and mechanical formability.

Where the interstitial elements C, N and S are used in the above-defined amounts, the steel becomes poor in strength. In order to compensate for the weak strength attributed to the minimal contents of the interstitial 25 elements, other elements are needed to induce such solid-solution hardening as to increase the strength of the steel. However, restrictions must be imposed on the amount and kind of elements used to improve strength, lest they

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

14

deteriorate the electromagnetic shield effect by inducing too large a decrease in permeability and electric conductivity.

Si is contained in the steel plate of the present invention. Increasing the content of Si may increase the strength of the steel, but may decrease the magnetic shield capacity. Particularly, the steel plate containing more than 0.5% by weight of Si is greatly decreased in elongation, as well as becoming significantly poor in magnetic shield capacity, so that it is unsuitable as a magnetic field shielding panel for use in construction and household electric appliances that must have sufficient mechanical formability. In accordance with the present invention, therefore, the content of Si is limited to up to 0.5 % by weight. Commonly, silicon steel plates with higher Si contents have higher permeability and thus are of better magnetic shield effect. However, these effects cannot be enjoyed in the present invention because the steel plate of the present invention is manufactured according to a typical cold roll process without undergoing a hot annealing process characteristically conducted for common silicon steel plates.

Al is also contained in the steel plate of the present invention. Al improves the strength of the steel without a significant reduction in shield effect against magnetic and electric fields. Up to 1.0% by weight of Al is contained in the steel plate of the present invention. More than 1.0% by weight of Al gives rise to a great

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

15

decrease in shield capacity against magnetic and electric fields and limits the elongation of the steel plate to less than 40%.

In electromagnetic shield effect and mechanical properties, Al shows behaviors similar to those of Si. It is believed that the similar behaviors are attributed to the similarity between the two elements in terms of their influence on the permeability and conductivity of the steel plate as well as in strengthening mechanism.

The steel plate of the present invention also comprises Mn. There is no change in the electric shield capacity of the steel plate even when much Mn is contained, because the element does not affect the electric conductivity of the steel plate. However, the mechanical properties and magnetic shield effect of the steel plate vary greatly with Mn content.

To an amount of 0.1% by weight, Mn generally makes contribution to the magnetic shield effect (26 dB or higher) and elongation (40% or higher) of the steel plate, in addition to guaranteeing an appropriate strength (yield strength 18 kg/mm<sup>2</sup>). However, the magnetic shield effect is not further improved when more than 1.0% by weight of Mn is added. As for the elongation, it is decreased, rather, in the presence of more than 1.0% by weight of Mn. Considering these effects, Mn is used in an amount of 0.1 to 1.0 % by weight.

While acting to strengthen the steel, P does not significantly affect electric and magnetic shield effect at

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

16

an amount less than 0.06% by weight. When containing more than 0.06% by weight of P, the steel plate is abnormally increased in strength to 25 kg/mm<sup>2</sup> or higher while becoming poor in shield effect. Accordingly, the amount of P in the steel plate of the present invention is limited to less than 0.06% by weight.

Except for elements inevitably present during the manufacture of the steel plate, other elements such as Ti, V and Nb are preferably excluded from the steel plate of the present invention because they make the grain size fine in addition to greatly deteriorating low-frequency magnetic field shield properties. Thus, the steel plate of the present invention is preferably exclusive of as many elements as possible that cause the reduction of grain sizes.

In order to provide corrosion resistance to the steel plate comprising the above-defined composition, it may be electroplated. For instance, a steel plate coated with a zinc layer can exhibit the same electromagnetic shield effect as a bare steel plate. The reason is that the zinc coating is very thin and has almost no magnetic properties.

To improve the corrosive resistance of the cold-rolled steel plate of the composition, the steel plate may be hot-dip galvanized with zinc or aluminum.

Since Si, Al and Mn have great influence on the hot-dip galvanization of the steel plate, plating defects may occur if the steel plate itself is subjected to hot-dip galvanizing. Therefore, in accordance with the present

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

17

invention, there is provided a hot-dip galvanized steel plate whose elements are so optimally controlled as to prevent the occurrence of plating defects.

To guarantee the hot-dip galvanization of the steel plate, Si is preferably contained in an amount of 0.4 % by weight or less. If present in too large an amount, Si, which is readily oxidized, forms SiO<sub>2</sub> on the surface of the cold-rolled steel plate and the oxide adversely affects the coatability. Within the Si range of 0.2-0.4% by weight, the steel plate has a somewhat dark surface, which differs from plating defects, after being hot-dip galvanized. This problem can be solved through a subsequent skin pass process. Herein, skin pass means rolling under a very low load, which is conducted in the final stage of product production in order to control the shape and roughness of steel plate. Therefore, it is more preferred to limit the Si content to 0.2% by weight or less so as to not conduct such an additional skin pass process after hot-dip galvanizing.

In terms of the hot-dip galvanization of the steel plate, it is preferable that the steel plate contains Al in an amount of 0.6% by weight or less. An Al content exceeding 0.6% by weight degrades the coatability of the steel plate, thereby causing plating defects. Slight hot-dip galvanizing defects may be observed in the steel plate containing 0.4-0.6% by weight of Al, but can be removed by a skin pass process subsequent to the hot-dip galvanizing process. Therefore, omission of such an additional



WO 02/50322

PCT/KR01/02212

18

subsequent skin pass process, which is preferable, requires the limitation of the Al content to 0.4% by weight or less.

As for the Mn content, it is preferably defined in the range of 0.2 to 0.8% by weight. For instance, when too little Mn is used, it is difficult to guarantee the strength of the steel plate will reach an appropriate level. On the other hand, more than 0.8% by weight of Mn is apt to cause defects upon hot-dip galvanizing.

In accordance with the present invention, the sum of Mn, Si, Al and P falls within the range of 0.2 to 1.0% by weight of the steel plate. When the sum of Mn, Si, Al and P is below 0.2% by weight, the strength of the steel plate can be increased to only up to 18 kg/mm<sup>2</sup>. The steel plate containing Mn, Si, Al and P all together in an amount more than 1 % by weight has significantly poor magnetic shield effect and suffers from the occurrence of hot-dip galvanizing defects.

In an aspect of the hot-dip galvanizing properties, contents of the other component elements P, C, N and S are also as defined above.

By controlling the contents of the additive elements, as described above, hot-dip galvanized steel plates with superior electromagnetic shield effect and hot dip galvanizing properties can be effectively manufactured.

In accordance with the present invention, the steel plate may be coated with an organic resin layer so as to express a color on the steel plate. After being coated with a pigment-containing organic resin such as

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

19

polyethylene or acryl, the steel plate, so-called PCM(pre-coated metal) steel plate, maintains the characteristic electromagnetic shield capacity and mechanical properties that it has before, not only because the pigment contained  
5 in the resin is non-magnetic but also because the thickness of coating is as thin as 25 $\mu$ m.

In accordance with the present invention, far-infrared radiation a radiation efficiency, so called emissivity, of 0.9, or higher may be formed to a thickness  
10 of 15 to 60  $\mu$ m on the electrically plated or hot-dip galvanized coating layer of the steel plate. Preferably, the far-infrared radiation emitting powder has a specific surface area of 1 m<sup>2</sup>/g or higher and comprises 17-99% of Mg(OH)<sub>2</sub>.

15 Having generally described this invention, a further understanding can be obtained by reference to certain specific examples which are provided herein for purposes of illustration only and are not intended to be limiting unless otherwise specified.

20

## EXAMPLE 1

To examine the effects of the interstitial elements N, C and S on electromagnetic shield capacity, steel slabs with different compositions were prepared with different N, C and S contents as shown in Table 1, below, and 30 kg of  
25 each steel composition was melted under vacuum. In Table 1, the expression "Tr" means no addition of the element.

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

20

The steel slabs were re-heated at 1,250 °C, and hot-rolled with the temperature terminating at 900 °C, to give hot-rolled steel plates each 2 mm thick. Hot-rolled scales were removed from the steel plates by pickling with acid.

5 The acid-pickled hot-rolled steel plates were cold-rolled to a thickness of 1 mm at a reduction percentage of 50 %. Subsequently, using a consecutive annealing simulator, annealing was carried out at 850 °C to produce cold-rolled steel plates.

10 With the aid of an electromagnetic shield effect analyzer, each of the cold-rolled steel plates was measured for electromagnetic shield effect at 60 Hz, and the results are given in Table 1, below. Also, the mechanical properties, such as yield strength and elongation, of the

15 steel plates, were measured by use of a universal testing machine and summarized in Table 1, below.

TABLE 1

Composition No.	Component (Wt%)						Magnetic Shield (dB)	Electric Shield (dB)	Yield Strength (Kg/mm <sup>2</sup> )	Elong. (%)
	C	N	S	Si	Al	Mn				
C. 1	0.0025	0.0015	0.0080	Tr.	Tr.	Tr.	28.3	41.4	14.8	51
C. 2	0.0100	0.0030	0.0080	Tr.	Tr.	Tr.	16.2	40.4	22.1	43
C. 3	0.0025	0.0080	0.0080	Tr.	Tr.	Tr.	21.3	41.0	20.8	42
1	0.0020	0.0020	0.0080	0.2	Tr.	0.2	27.9	40.1	22.3	43
2	0.0025	0.0025	0.0090	0.1	Tr.	0.1	27.7	40.1	18.7	46
C. 4	0.0020	0.0020	0.0160	0.2	Tr.	0.2	23.9	40.1	25.1	39
C. 5	0.0030	0.0080	0.0100	0.2	Tr.	0.2	22.2	39.9	25.3	38
C. 6	0.0100	0.0025	0.0080	0.2	Tr.	0.2	15.4	39.8	27.2	36

As apparent from the data of Table 1, the steel plates of the present invention (Composition Nos. 1 and 2),

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

21

each of which maintained C, N and S below 0.0150 % by weight in total and contained appropriate amounts of Si and Mn respectively, showed excellent electric and magnetic shield effects, both found to be more than 26 dB (shield 5 efficient 95%), and had yield strengths higher than 18 kg/mm<sup>2</sup>. Their mechanical formability was also found to be excellent in terms of elongation (higher than 40%).

In contrast, Comparative Composition No. 1, which was low in contents of N, C and S, was superior in both 10 electric and magnetic shield effects, but its strength was too low to be suitable for use in the present invention.

Superior as they were in strength, Comparative Composition Nos. 2 to 6 whose N, C and S contents exceeded the upper limit of the range defined in the present 15 invention were found to be very poor in magnetic shield effect with a significant reduction in electric shield effect.

## EXAMPLE 2

An examination was made of the influence of Si and Al 20 on the electromagnetic shield effect and mechanical properties of steel plates. In this regard, steel slabs with different compositions were prepared with different Si and Al contents as shown in Table 2, below, and 30 kg of each steel composition was vacuum melted. In Table 2, the 25 expression "Tr" means no addition of the element.

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

22

After being re-heated at 1,250 °C, the steel slabs were hot-rolled with the temperature terminating at 900 °C, to give hot-rolled steel plates each 2 mm thick. The steel plates were pickled with acid to remove hot-rolled scales therefrom. The acid-pickled hot-rolled steel plates were cold-rolled to a thickness of 1 mm at a reduction percentage of 50%. Subsequently, using a consecutive annealing simulator, annealing was carried out at 850 °C to produce cold-rolled steel plates.

With the aid of an electromagnetic shield effect analyzer, each of the cold-rolled steel plates was measured for electromagnetic shield effect at 60 Hz, and the results are given in Table 2, below. Also, the mechanical properties, such as yield strength and elongation, of the steel plates, were measured by use of a universal testing machine and summarized in Table 2, below.

TABLE 2

Composition No.	Component (wt%)						Magnetic Shield (dB)	Electric Shield (dB)	Yield Strength (Kg/mm <sup>2</sup> )	Elong. (%)
	C	N	Si	Al	Mn	P				
3	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.2	Tr.	27.9	40.1	22.3	43
4	<0.003	<0.003	0.4	Tr.	0.2	Tr.	26.8	38.4	24.8	41
C. 7	<0.003	<0.003	0.6	Tr.	0.2	Tr.	25.5	37.9	27.5	39
C. 8	<0.003	<0.003	0.8	Tr.	0.2	Tr.	22.7	37.9	29.2	36
5	<0.003	<0.003	Tr.	0.4	0.2	Tr.	26.6	39.8	21.4	45
6	<0.003	<0.003	Tr.	0.8	0.2	Tr.	26.1	38.6	21.2	43
C. 9	<0.003	<0.003	Tr.	1.2	0.2	Tr.	25.4	37.5	24.5	38
C. 10	<0.003	<0.003	Tr.	1.6	0.2	Tr.	24.1	36.7	26.2	36

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

23

As seen in Table 2, steel plates of Composition Nos. 3 to 6, which contained the sum of C, N and S in the range of the present invention and appropriate amounts of Si and Al, showed excellent electric and magnetic shield effects, both found to be more than 26 dB (shield efficient 95 %), and had yield strengths higher than 18 kg/mm<sup>2</sup>. Their formability was also found to be excellent in terms of elongation (higher than 40%).

In contrast, Comparative Composition Nos. 7 and 8 whose Si contents were over 0.5% were greatly decreased in elongation as well as in magnetic shield effect. Thus, they are not suitable as a magnetic field shielding panel for use in construction and household electric appliances.

Comparative Composition Nos. 9 and 10 whose Al contents were over 1.0%, although improved in strength, were low in both electric and magnetic shield effects, in addition to showing elongations lower than 40%. Thus, they are also unsuitable for use in the present invention.

## EXAMPLE 3

Steel slabs with different compositions were prepared with different Mn and P contents as shown in Table 3, below, and 30 kg of each steel composition was vacuum melted. In Table 3, the expression "Tr" means no addition of the element.

After being re-heated at 1,250 °C, the steel slabs were hot-rolled with the temperature terminating at 900 °C,

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

24

to give hot-rolled steel plates each 2 mm thick. The steel plates were removed of hot-rolled scales by pickling acid, followed by cold-rolling the acid-pickled hot-rolled steel plates to a thickness of 1 mm at a reduction percentage of 50 %. Subsequently, using a consecutive annealing simulator, annealing was carried out at 850 °C to produce cold-rolled steel plates.

With the aid of an electromagnetic shield effect analyzer, a measurement was made of electromagnetic shield effect at 60 Hz of each of the cold-rolled steel plates, and the results are given in Table 3, below. Also, the mechanical properties, such as yield strength and elongation, of the steel plates, were measured by use of a universal testing machine and summarized in Table 3, below.

15

TABLE 3

Composition No.	Component (Wt%)						Magnetic Shield (dB)	Electric Shield (dB)	Yield Strength (Kg/mm <sup>2</sup> )	Elong. (%)
	C	N	Si	Al	Mn	P				
7	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.1	Tr.	27.3	40.1	23.5	41
8	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.3	Tr.	27.7	40.0	21.8	45
9	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.5	Tr.	27.9	40.0	19.5	48
10	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.7	Tr.	26.0	39.9	21.3	43
C. 11	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.9	Tr.	24.7	39.9	23.5	40
11	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	0.7	Tr.	26.6	40.3	21.4	45
12	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	0.9	Tr.	26.1	40.1	23.1	41
C. 12	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	1.1	Tr.	25.4	40.1	25.2	38
13	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	Tr.	26.2	38.5	24.1	42
14	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	0.04	26.0	38.2	24.7	41
C. 13	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	0.08	23.8	38.2	27.3	36

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

25

As seen in Table 3, steel plates of Composition Nos. 7 to 14, which contained the sum of C, N and S in the range of the present invention and appropriate amounts of Mn, Si and Al, showed excellent electric and magnetic shield effects, both found to be more than 26 dB (shield efficient 95 %), and had yield strengths higher than 18 kg/mm<sup>2</sup>. Their formability was also found to be excellent in terms of elongation (higher than 40%).

In contrast, Comparative Composition Nos. 11 and 12 with Mn contents exceeding 0.8% showed poor a magnetic shield effect, as well as being deteriorated in terms of elongation. Comparative Composition No. 13 with a P content of more than 0.06% was also unsuitable for use in applications meeting the present invention, owing to its poor elongation and shield effect.

## EXAMPLE 4

On the cold-rolled steel plates manufactured in Composition Nos. 1 to 3, zinc was electroplated (electrolytically galvanized) at 65 °C at a coating density of 15 g/m<sup>2</sup> by use of an electroplating simulator. Analysis showed that the steel plates retain the same electromagnetic shield effect and mechanical properties as before the electroplating. This was due to the fact that the zinc coating layer is not magnetic in addition to being as thin as 2.5 μm. Thus, the cold-rolled steel plates of



WO 02/50322

PCT/KR01/02212

26

the present invention are of excellent electromagnetic shield effect and can be made to be resistant to corrosion.

## EXAMPLE 5

Steel slabs with different compositions were prepared with different Si and Al contents as shown in Table 4, below, and 30 kg of each steel composition was vacuum melted. In Table 4, the expression "Tr" means no addition of the element.

After being re-heated at 1,250 °C, the steel slabs were hot-rolled with the temperature terminating at 900 °C, to give hot-rolled steel plates each 2 mm thick. The steel plates were pickled with acid to remove hot-rolled scales therefrom. Then, the acid-pickled hot-rolled steel plates were cold-rolled to a thickness of 1 mm at a reduction percentage of 50%. Subsequently, using a consecutive annealing simulator, annealing was carried out at 850 °C to produce cold-rolled steel plates which were then hot-dip galvanized with zinc to a coating density of 300 g/m<sup>2</sup> by use of a hot-dip galvanizing simulator.

With the aid of an electromagnetic shield analyzer, each of the galvanized, cold-rolled steel plates was measured for electromagnetic shield effect at 60 Hz, and the results are given in Table 4, below. Also, the mechanical properties, such as yield strength and elongation, of the steel plates, were measured by use of a universal testing machine and summarized in Table 4, below.

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

27

Determined through observation with the naked eye and testing for coat adhesion, the platability of the hot-dip galvanized steel plates was expressed as O for a good state, Δ for the presence of curable plating defects which can be removed by subsequent skin pass process, and as X for the presence of incurable and fatal plating defects, in Table 4.

TABLE 4

Composition No.	Component(Wt%)						Magnetic Shield (dB)	Electric Shield (dB)	Yield Strength <sup>2</sup> (Kg/mm <sup>2</sup> )	Hot-Dip Platability
	C	N	Si	Al	Mn	P				
1	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.2	Tr.	28.1	40.5	22.0	O
2	<0.003	<0.003	0.4	Tr.	0.2	Tr.	26.9	38.9	24.0	Δ
C. 1	<0.003	<0.003	0.6	Tr.	0.2	Tr.	25.5	38.2	27.4	X
C. 2	<0.003	<0.003	0.8	Tr.	0.2	Tr.	22.8	38.0	28.6	X
3	<0.003	<0.003	Tr.	0.2	0.2	Tr.	26.9	40.5	20.6	O
4	<0.003	<0.003	Tr.	0.4	0.2	Tr.	26.5	39.9	21.3	O
5	<0.003	<0.003	Tr.	0.6	0.2	Tr.	26.1	39.2	23.3	Δ
C. 3	<0.003	<0.003	Tr.	0.8	0.2	Tr.	25.4	38.8	22.5	X
6	<0.003	<0.003	0.3	0.3	0.2	Tr.	26.1	38.5	24.1	O
C. 4	<0.003	<0.003	0.3	0.4	0.2	Tr.	24.2	38.2	25.8	O
C. 5	<0.003	<0.003	0.3	0.6	0.2	Tr.	21.6	37.7	26.3	X

As apparent from the data of Table 4, the steel plates of the present invention (Composition Nos. 1 to 6), each of which maintained C, N and S below 0.0150% by weight in total and contained the sum of Mn, Al, Si and P in an appropriate amount, all were excellent in yield strength and electric and magnetic shield capacity in addition to showing generally good platability. Particularly as for the platability, it was found to be better when Al and Si

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

28

contents were controlled below 0.4 and 0.2 %, respectively (Composition Nos. 1, 3, 4 and 6) than otherwise (Composition Nos. 2 and 5).

On the other hand, Comparative Composition Nos. 1 and 2 with Si contents of more than 0.4 % exhibited poor platability so that plating defects were observed. This was believed to be attributed to the fact that Si, readily oxidized, formed much SiO<sub>2</sub> on the surface of the steel plates.

Serious plating defects were also observed in Comparative Composition No. 3 in which the Al content was over 0.6 %.

Where the sum of Mn, Al, Si and P exceeded 1.0 % even if Mn, Si and Al were individually within the content ranges defined according to the present invention (Comparative Composition Nos. 4 and 5), the steel plates showed poor platability in terms of coating adhesion after hot-dip galvanization, with a decrease in magnetic shield effect.

20

## EXAMPLE 6

Steel slab with different compositions were prepared with different Mn contents as shown in Table 5, below, and 30 kg of each steel composition was vacuum melted. In Table 5, the expression "Tr" means no addition of the element.

25

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

29

After being re-heated at 1,250 °C, the steel slabs were hot-rolled with the temperature terminating at 900 °C, to give hot-rolled steel plates each 2 mm thick. Hot-rolled scales were removed from the steel plates by pickling with acid. Thereafter, the acid-pickled hot-rolled steel plates were cold-rolled to a thickness of 1 mm at a reduction percentage of 50 %. Subsequently, using a consecutive annealing simulator, annealing was carried out at 850 °C to produce cold-rolled steel plates which were then hot-dip galvanized with zinc to a coating density of 300 g/m<sup>2</sup> by use of a hot-dip galvanizing simulator.

With the aid of an electromagnetic shield effect analyzer, each of the galvanized, cold-rolled steel plates was measured for electromagnetic shield effect at 60 Hz, and the results are given in Table 5, below. Also, the mechanical properties, such as yield strength and elongation, of the steel plates, were measured by use of a universal testing machine and summarized in Table 5, below.

Determined through observation with the naked eye and testing for coat adhesion, the platability of the hot-dip galvanized steel plates was expressed as O for a good state, and as X for the presence of fatal plating defects, in Table 5.

TABLE 5

Composition	Component (Wt%)	Magnetic	Electric	Yield	Hot-dip
-------------	-----------------	----------	----------	-------	---------

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

30

No.	C	N	Si	Al	Mn	Shield (dB)	Shield (dB)	Strength (Kg/mm <sup>2</sup> )	Platability.
7	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.2	27.9	40.5	23.5	O
8	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.4	28.2	40.3	21.8	O
9	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.6	28.3	40.4	19.5	O
10	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	0.8	26.8	40.3	21.3	O
C. 6	<0.003	<0.003	0.2	Tr.	1.0	25.6	40.2	23.5	X
11	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	0.2	28.1	40.5	18.1	O
C. 7	<0.003	<0.003	Tr.	Tr.	Tr.	28.4	41.5	14.5	O

It is apparent from the data of Table 5 that steel plates which contained Mn in the content range defined in the present invention with the sum of Mn, Al, Si and P amounting to 1.0 % or less (Composition Nos. 7 to 11), all were excellent in yield strength and electromagnetic shield capacity, as well as showing good platability.

By contrast, Comparative Composition No. 6 with an Mn content more than 0.8 % and with the sum of Mn, Si, Al and P content 1.0% or higher was observed to have serious plating defects. On the other hand, Comparative Composition No. 7, even though excellent in electromagnetic shield capacity and hot-dip galvanization property, had so low a yield strength as to be unsuitable for use as general construction panels.

15

## INDUSTRIAL APPLICABILITY

So excellent in terms of electromagnetic shield capacity, strength and processability are the steel plates of the present invention, in which the interstitial elements C, N and S as well as additive elements Si, Al, Mn

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

31

and P are contained at controlled amounts, as described hereinbefore, that they are suitable as electromagnetic field shielding panels for use in construction and electric appliances.

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

32

## CLAIMS

1. A steel plate with electromagnetic shield effect, having a yield strength of 18 kg/mm<sup>2</sup> or higher, and an elongation of 40 % or higher, prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.0150 % by weight or less in total; Mn in an amount of 0.1 to 1.0 % by weight; Si in an amount of 0.5 % by weight or less; Al in an amount of 1.0 % by weight or less; P in an amount of 0.06 % by weight or less; and Fe for the remainder, and inevitably present elements.

2. The steel plate as set forth in claim 1, wherein C and N are contained in an amount of 0.0030 % by weight or less, each, and S is contained in an amount of 0.0090 % by weight or less.

3. The steel plate as set forth in claim 1, wherein the electromagnetic shield effect is 26 dB or higher when the steel plate is 1 mm thick.

4. The steel plate as set forth in claim 1, comprising an electrolytic galvanized coating thereon.

5. The steel plate as set forth in claim 4, further comprising an organic resin coating on the electrolytic galvanized coating.

WO 02/50322

PCT/KR01/02212

33

6. The steel plate as set forth in claim 4, wherein the electrolytic galvanized coating is overlaid by a layer of far infrared radiation emitting powder which has a radiation efficiency of 0.9 with a thickness of 15~60  $\mu\text{m}$ .

5 7. The steel plate as set forth in claim 6, wherein the far infrared radiation emitting powder has a specific surface area of 1  $\text{m}^2/\text{g}$  and comprises  $\text{Mg}(\text{OH})_2$  in an amount of 17~99 % by weight.

10 8. A hot-dip galvanized steel plate with high electromagnetic shield effect and yield strength, having a corrosion-resistant element coated thereon, prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.0150 % by weight or less in total; Mn in an amount of 0.2 to 0.8 % by weight; Al in an amount of 0.6 % by weight or less; Si  
15 in an amount of 0.4 % by weight or less; P in an amount of 0.06 % by weight or less, with the proviso that the sum of Mn, Al, Si and P amounts to 0.2~1.0 % by weight; and Fe for the remainder, and inevitably present elements.

20 9. The hot-dip galvanized steel plate as set forth in claim 8, wherein C and N are contained in an amount of 0.0030 % by weight or less, each, and S is contained in an amount of 0.0090 % by weight or less.



WO 02/50322

PCT/KR01/02212

34

10. The hot-dip galvanized steel plate as set forth  
in claim 8, wherein Al and Si are contained in amounts of  
0.4 % or less and 0.2 % or less, respectively.
11. The hot-dip galvanized steel plate as set forth  
5 in claim 8, wherein the electromagnetic shield effect is 26  
dB or higher when the steel plate is 1 mm thick and the  
yield strength is 18 kg/mm<sup>2</sup> or higher.
12. The hot-dip galvanized steel plate as set forth  
in claim 8, further comprising an organic resin coating on  
10 the hot-dip galvanized coating.
13. The hot-dip galvanized steel plate as set forth  
in claim 8, further comprising a layer of far infrared  
radiation emitting powder which has a far-infrared  
emissivity of 0.9 or higher, at a thickness of 15-60 μm.
- 15 14. The hot-dip steel plate as set forth in claim 8,  
wherein the far infrared radiation emitting powder has a  
specific surface area of 1 m<sup>2</sup>/g and comprises Mg(OH)<sub>2</sub> in an  
amount of 17~99 % by weight.

【国際公開パンフレット(コレクトバージョン)】

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

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau



(43) International Publication Date  
27 June 2002 (27.06.2002)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 02/050322 A3

- (51) International Patent Classification: **H05K 9/00** Kyungsangbook-do (KR). **CHO, Noi-Ha** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **KWAK, Young-Jin** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **KWON, Soon-Joo** [KR/KR]; 3-1201 Kyosoo Apt., Jigok-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **KIM, Yong-Min** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **LEE, Jung-Sik** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR).
- (21) International Application Number: PCU/KR01/02212
- (22) International Filing Date: 19 December 2001 (19.12.2001)
- (25) Filing Language: Korean
- (26) Publication Language: English
- (30) Priority Data: 2000/78772 19 December 2000 (19.12.2000) KR  
2000/81056 23 December 2000 (23.12.2000) KR
- (71) Applicants (for all designated States except US): **POSCO** [KR/KR]; 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **RESEARCH INSTITUTE OF INDUSTRIAL SCIENCE & TECHNOLOGY** [KR/KR]; San 32, Ilyoja-dong, Nam-ku, 790-330 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR).
- (72) Inventors; and  
(75) Inventors/Applicants (for US only): **LEE, Jae-Young** [KR/KR]; c/o Research Institute of Industrial Science & Technology, San 32, Ilyoja-dong, Nam-ku, 790-330 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **KIM, Eel-Young** [KR/KR]; c/o Pohang Iron & Steel Co., Ltd., 1 Koedong-dong, Nam-ku, 790-300 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR). **SOHN, Jin-Gun** [KR/KR]; c/o Research Institute Of Industrial Science & Technology, San 32, Ilyoja-dong, Nam-ku, 790-330 Pohang-si, Kyungsangbook-do (KR).
- (74) Agent: **SON, Won**; C & S Patent and Law Office, C-2306 Daelim Acrotel, 467-6 Dogok-dong, Gangnam-ku, Seoul 135-270 (KR).
- (81) Designated States (national): BR, CN, ID, JP, NO, US.
- (84) Designated States (regional): European patent (BF, DE, ES, FR, GB, IT, NL, SE).
- Published: with international search report
- (88) Date of publication of the international search report: 30 October 2003




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.

**WO 02/050322 A3** (54) Title: A STEEL PLATE AND A HOT DIP GALVANIZING STEEL PLATE HAVING SUPERIOR ELECTRIC AND MAGNETIC SHIELDING PROPERTY

(57) Abstract: Disclosed are a steel plate and a hot-dip galvanized steel plate, superior in terms of high electromagnetic shield capacity. The steel plate is prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.150% by weight or less in total; Mn in an amount of 0.1 to 1.0% by weight; Si in an amount of 0.5% by weight or less; Al in an amount of 1.0% by weight or less; P in an amount of 0.06% by weight or less; and Fe for the remainder, and inevitable elements, and shows a yield strength of 18 kg/mm<sup>2</sup> or higher, and an elongation of 40% or higher. The hot-dip galvanized steel plate is prepared from a composition comprising C, N and S in an amount of 0.0150% by weight or less in total; Mn in an amount of 0.2 to 0.8% by weight; Al in an amount of 0.6% by weight or less; Si in an amount of 0.4% by weight or less; P in an amount of 0.06% by weight or less, with the proviso that the sum of Mn, Al, Si and P amounts to 0.2-1.0% by weight; and Fe for the remainder, and inevitably present elements. In addition to having high yield strength, the hot-dip galvanized steel plate is resistant to corrosion owing to the coating of a corrosion-resistant element on the surface.

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/KR01/02212
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC7 H05K 9/00 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B21B C22C C21D H01J H05K  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched KR IPC as above  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 96-10901 A1 (CHUNG) 11 April 1996 See the whole document.	1 - 5, 8 - 12
A	KR 10-192767 B1 (DONG-BU Iron&Steel Mfg. Co.) 29 January 1999 See the whole document.	1 - 4, 8 - 11
A	KR 99-51981 A (POHANG Iron&Steel Mfg. Co.) 5 July 1999 See the whole document.	1 - 4, 8 - 11
A	KR96-5600 B1 (JU JAE-HYUN) 26 April 1996 See the whole document.	1 - 4, 8 - 11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family 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 application or patent 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 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 23 APRIL 2002 (23.04.2002)		Date of mailing of the international search report 24 APRIL 2002 (24.04.2002)
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 520 Dunsan-dong, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City 302-701, Republic of Korea Facsimile No. 82-42-472-7140		Authorized officer JEH, Seung Hoo Telephone No. 82-42-481-5755 

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

## フロントページの続き

- (72)発明者 リー ジェー ユン  
大韓民国、790-330、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、ヒョジャ - ドン、サン 32、リサーチ インスティテュート オブ インダストリアル サイエンス アンド テクノロジー内
- (72)発明者 キム イル ユン  
大韓民国、790-300、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、コードン - ドン 1 ポスコ内
- (72)発明者 ソン ジン グン  
大韓民国、790-330、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、ヒョジャ - ドン、サン 32、リサーチ インスティテュート オブ インダストリアル サイエンス アンド テクノロジー内
- (72)発明者 チョ ノイ ハ  
大韓民国、790-300、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、コードン - ドン 1 ポスコ内
- (72)発明者 カク ユン ジン  
大韓民国、790-300、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、コードン - ドン 1 ポスコ内
- (72)発明者 クワン ソーン ジョー  
大韓民国、790-390、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、ジゴク - ドン、キョーソー アパート、3 - 1201
- (72)発明者 キム ヨン ミン  
大韓民国、790-300、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、コードン - ドン 1 ポスコ内
- (72)発明者 リー ユン シク  
大韓民国、790-300、キョンサンブック - ド、ポーハング - シ、ナン - ク、コードン - ドン 1 ポスコ内

Fターム(参考) 4K044 AA02 AB02 BA10 BA12 BA21 BB03 BB04 BB11 BC02 BC14  
CA11 CA18 CA53  
5E040 BC01 BC05 CA13 HB14 NN01