

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5236337号  
(P5236337)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月5日(2013.4.5)

(51) Int.Cl.

F I

B 2 3 K 35/30 (2006.01)

B 2 3 K 35/30 3 2 O A

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-98174 (P2008-98174)  
 (22) 出願日 平成20年4月4日(2008.4.4)  
 (65) 公開番号 特開2009-248121 (P2009-248121A)  
 (43) 公開日 平成21年10月29日(2009.10.29)  
 審査請求日 平成22年6月2日(2010.6.2)

(73) 特許権者 302040135  
 日鐵住金溶接工業株式会社  
 東京都江東区東陽二丁目4番2号  
 (74) 代理人 100094972  
 弁理士 萩原 康弘  
 (72) 発明者 大村 大輔  
 千葉県習志野市東習志野七丁目6番1号  
 日鐵住金溶接工業株式会社 研究所内  
 (72) 発明者 木本 勇  
 千葉県習志野市東習志野七丁目6番1号  
 日鐵住金溶接工業株式会社 研究所内  
 (72) 発明者 芝崎 翔太  
 千葉県習志野市東習志野七丁目6番1号  
 日鐵住金溶接工業株式会社 研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 薄鋼板のパルスMAG溶接用ソリッドワイヤ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

薄鋼板のパルスMAG溶接用ソリッドワイヤにおいて、C：0.02～0.10質量%、Si：0.52～1.0質量%、Mn：1.1～1.8質量%、Ti：0.09～0.25質量%、Al：0.09～0.25質量%、但しTi+Al：0.21～0.45質量%、Ti/Al：0.7～1.5で、S：0.010～0.025質量%を含有し、銅めっきを厚さ：0.3～1.1μm有し、その他はP：0.025質量%以下、O：0.010質量%以下で、残部はFeおよび不可避不純物からなることを特徴とする薄鋼板のパルスMAG溶接用ソリッドワイヤ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、薄鋼板たとえば板厚2.0～4.5mmの鋼板の、パルス溶接を使用したAr+CO<sub>2</sub>、Ar+O<sub>2</sub>またはAr+CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>等の混合ガスシールドのアーカ溶接（以下、パルスMAG溶接）に適した薄鋼板のパルスMAG溶接用ソリッドワイヤに関し、特に高速溶接および溶接部の間隙（以下、ギャップという）が大きい場合においてもアーカが安定してスパッタ発生量が少なく、良好なビード形状が得られる薄鋼板のパルスMAG溶接用ソリッドワイヤに関するものである。

【背景技術】

【0002】

10

20

ソリッドワイヤを用いたガスシールドアーク溶接方法は高能率であり、機械的性能の良好な溶接金属と良好なビード形状が得られることから薄鋼板の溶接に広く適用されている。またスパッタ発生量の低減および高速溶接性確保の面から、主成分をArガスとし、これにCO<sub>2</sub>を混合、更にはO<sub>2</sub>ガスを混合させたシールドガスを使用したパルスMAG溶接方法が近年増加している。これらの溶接は生産性の向上から高速度で高電流の溶接条件で施工され、良好な溶接ビードを形成し健全な溶接継手を作製している。

#### 【0003】

パルスMAG溶接とは、平均溶接電流より高電流となるピーク電流と平均電流より低電流としたベース電流を周期的に付加する溶接方法である。このようにしてピーク電流期間でワイヤを溶融しベース電流期間で溶滴を溶融池に移行させることにより、平均のアー

10

#### 【0004】

一方、ピーク電流、ピーク電圧、ピーク時間の積とワイヤを溶融するエネルギーとが不均衡になると溶滴移行時期がベース電流期間およびピーク電流期間に不連続に発生することになり、溶滴移行はスムーズに行われることがなくスパッタとして飛散することになる。また、特に高速度の溶接においてはアンダーカットが発生し易く、これを抑制する手段

20

#### 【0005】

図1(a)、(b)、(c)、(d)に薄鋼板の重ね継手部の横向姿勢でギャップGがある場合のビード形成状態の例を示す。図1(a)は、溶け落ちやビードの垂れがなく良好なビード形状の溶接金属3が得られた例である。図1(b)は、アンダーカット4が生じた例、図1(c)は、溶融金属が前板1側に垂れた例、図1(d)は、溶融金属が前板

30

#### 【0006】

このような背景から、パルスMAG溶接用として低スパッタ化が可能なワイヤとして、特開昭61-159296号公報(特許文献1)、特開昭62-296993号公報(引用文献2)および特開昭63-157794号公報(特許文献3)等に種々の技術が開示されている。しかし、これらの従来技術は、主として、C、Si、Mn、PおよびSからなる組成に、Al、Ti、OおよびN等の成分を添加し、それらの各成分の量を最適化することを特徴としている。しかしこれらの従来技術においては高速溶接時の耐ギャップ性

40

#### 【0007】

また、特開2002-346787号公報(特許文献4)には、ワイヤ表面に銅めっきを施さずに、溶接時にシールドガス中の解離酸素と溶滴の鉄とを結合させ、極めて高い濃度の溶滴表面酸素層によって溶滴の粘性、特に表面近傍の表面張力を低下させる技術の開示がある。これによって溶滴の離脱を容易にし、アーク長を短くしても溶滴先端が短絡し難くなり、安定なスプレー移行となり、スパッタ発生量が極めて少なくなるというもので

50

ある。しかし、前記技術においても高速溶接時の耐ギャップ性については全く認識されておらず、ギャップを有する箇所の高速溶接ではアークが不安定で、低スパッタ化が不十分でビード形状も不満足であった。さらに、ワイヤ表面に銅めっきが施されていないので、ワイヤ表面とチップとの摩擦が大きくチップが摩耗して頻繁に交換をすることとなり、著しく作業能率を低下させていた。

【特許文献 1】特開昭 61 - 159296 号公報

【特許文献 2】特開昭 62 - 296993 号公報

【特許文献 3】特開昭 63 - 157794 号公報

【特許文献 4】特開 2002 - 346787 号公報

【発明の開示】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、ギャップが大きい場合においても高速度の溶接が可能で、溶滴が小さく移行が安定かつ規則的に行われ、ビード形状が良好で、アークが安定しスパッタ発生量が極めて少なく、さらにチップ詰まりやチップの大きな摩耗が生じないパルス MAG 溶接用銅めっきソリッドワイヤを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の要旨は、薄鋼板のパルス MAG 溶接用ソリッドワイヤにおいて、C : 0.02 ~ 0.10 質量%、Si : 0.52 ~ 1.0 質量%、Mn : 1.1 ~ 1.8 質量%、Ti : 0.09 ~ 0.25 質量%、Al : 0.09 ~ 0.25 質量%、但し Ti + Al : 0.21 ~ 0.45 質量%、Ti / Al : 0.7 ~ 1.5 で、S : 0.010 ~ 0.025 質量%を含有し、銅めっきを厚さ : 0.3 ~ 1.1  $\mu$ m 有し、その他は P : 0.025 質量%以下、O : 0.010 質量%以下で、残部は Fe および不可避不純物からなることを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0010】

本発明の薄鋼板のパルス MAG 溶接用ソリッドワイヤによれば、パルス MAG 溶接においてギャップが大きい場合においても高速度の溶接が可能で、アークが安定しスパッタ発生量が極めて少なく、溶接部の手直しがなく、さらにチップ詰まりやチップ摩耗が生じないなど溶接能率が優れた溶接が可能となる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明の薄鋼板のパルス MAG 溶接用ソリッドワイヤについて詳細に説明する。本発明者らは上記の問題点を解決するために、各種成分の異なるワイヤを試作して、パルス条件で 1m/min 以上の高速度の溶接を行い、アーク状態、ビード形状、スパッタ発生状況および耐ギャップ性につき詳細に調査した。

【0012】

その結果、ワイヤ組成の C、Si、Mn、S 量の適正化と、Ti および Al の量ならびに Ti と Al の比の調整によって、アークの安定性、熔融金属の粘性および表面張力の適正化を図り、スパッタ発生量減および広幅で外観の良好なビードが得られることを見出した。

40

【0013】

以下、本発明におけるワイヤ組成とその含有量の限定理由について説明する。

[C : 0.02 ~ 0.10 質量%]

C はアークを安定化し溶滴を細粒化する作用があり、0.02 質量% (以下、% という) 未満では溶滴が大きくなってアークが不安定になりスパッタ発生量が多くなる。一方、0.10 % を超えると熔融金属の粘性が低くなり熔融金属が垂れてビード形状が不良となる。また、スパッタ発生量が増加するばかりでなく、溶接金属を著しく硬化させ耐割れ性が劣化する。

50

## 【 0 0 1 4 】

[ Si : 0 . 5 2 ~ 1 . 0 % ]

Si は溶接金属の主脱酸剤として不可欠であると共に、ワイヤの電気抵抗を増大させてワイヤの溶融量を増加させ、さらに溶融金属の粘度を増大させる効果が大きい元素である。これによって良好な耐ギャップ性が得られ、広幅の溶接ビードを形成できる。しかし、0 . 5 2 %未満では上記効果が得られず、また、1 . 0 %を超えると溶融金属の粘度が過度に上昇するため溶融金属が高速度の溶接速度に追従できず、ハンピングビードとなり易い。

## 【 0 0 1 5 】

[ Mn : 1 . 1 ~ 1 . 8 % ]

Mn は Si と共に脱酸剤として作用する他、溶融金属の粘度を高くし表面張力を低下させる効果がある。1 . 1 %未満ではその効果が得られず、ブローホール等の気孔欠陥が発生しやすくなると共に、溶融金属の粘度が低いことから溶融金属が垂れてビード外観が不良で十分な耐ギャップ性が得られない。一方、Mn が 1 . 8 %を超えると、溶融金属の粘度が高くなり過ぎて広幅のビードが得られない。

## 【 0 0 1 6 】

[ Ti : 0 . 0 9 ~ 0 . 2 5 % ]

Ti は高速溶接時のアークを安定させスパッタ発生量を少なくすると共に脱酸剤として働きブローホールの発生を抑制する。Ti が 0 . 0 9 %未満であるとアークが不安定でスパッタ発生量が多くなる。一方、0 . 2 5 %を超えると溶滴の大きさが均一にならず 1 パルス - 1 ドロップの移行を乱してスパッタ発生量が多くなる。

## 【 0 0 1 7 】

[ Al : 0 . 0 9 ~ 0 . 2 5 % ]

Al は溶融金属の粘性を高くして垂れ性を改善し、高速溶接時のアークを安定させスパッタ発生量を少なくする。Al が 0 . 0 9 %未満であるとアークが不安定となりスパッタ発生量が多くなる。また、溶融金属の粘性が低くなって溶融金属が垂れてビード外観が不良で十分な耐ギャップ性が得られない。一方、0 . 2 5 %を超えると、溶融金属の粘度が高くなり過ぎて広幅のビードが得られない。

## 【 0 0 1 8 】

[ Ti + Al : 0 . 2 1 ~ 0 . 4 5 % 、 Ti / Al : 0 . 7 ~ 1 . 5 ]

Ti と Al を共存させることによって、溶融金属中の酸化物（介在物）が多くなり粘性が適正となって耐ギャップ性が良好となる。しかし、Ti + Al が 0 . 2 1 %未満であると、溶融金属の粘性が低くなって溶融金属が垂れてビード外観が不良で十分な耐ギャップ性が得られない。一方、Ti + Al が 0 . 4 5 %を超えると、溶融金属中の酸化物が多くなり過ぎ粘性が高くなり過ぎて凸ビードとなり耐ギャップ性が得られない。また、Ti / Al が 0 . 7未満であるとスパッタ発生量が多くなる。一方、1 . 5を超えると溶滴の大きさが均一にならず 1 パルス - 1 ドロップの移行を乱してスパッタ発生量が多くなる。

## 【 0 0 1 9 】

[ S : 0 . 0 1 0 ~ 0 . 0 2 5 % ]

S は溶融金属の表面張力を低下してビード止端部のなじみを良好にする。S が 0 . 0 1 0 %未満であるとビード止端部のなじみが不良となる。しかし、S が 0 . 0 2 5 %を超えると溶接金属の耐割れ性を劣化する。

## 【 0 0 2 0 】

[ ワイヤ表面の銅めっき厚さ : 0 . 3 ~ 1 . 1  $\mu$ m ]

ワイヤ表面の銅めっきは、ワイヤとチップ間の通電性を良好にしてアークを安定にする。銅めっき厚さが 0 . 3  $\mu$ m未満であると、特に低電圧の溶接条件においてはワイヤとチップ間の通電性が部分的に悪くなり、アークが不安定になってスパッタ発生量が多くなる。一方、銅めっき厚さが 1 . 1  $\mu$ mを超えると、溶接金属の銅含有量が多くなって耐割れ性が劣化する。

## 【 0 0 2 1 】

10

20

30

40

50

なお、Oが0.010%を超えると、ワイヤ製造時にワイヤ表面に亀裂が生じ溶接時にワイヤ表面の銅めっきが剥離してチップ詰まりが生じ易くなる。したがって、Oは0.010%以下とする。また、Pが0.025%を超えると溶接金属の耐割れ性が劣化するので、Pは0.025%以下とする。

以下、実施例により本発明の効果を具体的に説明する。

【実施例】

【0022】

表1に示す各種成分のワイヤ表面に銅めっきを施したワイヤ径1.2mmのソリッドワイヤを試作した。

【0023】

【表 1】

区分	ワイヤ 記号	ワイヤ成分 (質量%)										銅めっき 厚さ ( $\mu\text{m}$ )
		C	Si	Mn	P	S	Ti	Al	Ti+Al	Ti/Al	O	
本発明例	W1	0.05	0.72	1.57	0.009	0.011	0.22	0.17	0.39	1.29	0.0025	0.66
	W2	0.02	0.91	1.71	0.018	0.015	0.09	0.12	0.21	0.75	0.0056	0.34
	W3	0.10	0.52	1.18	0.011	0.011	0.18	0.13	0.31	1.38	0.0039	1.03
	W4	0.03	0.77	1.79	0.021	0.021	0.15	0.17	0.32	0.88	0.0045	0.84
	W5	0.07	0.68	1.25	0.008	0.024	0.23	0.22	0.45	1.05	0.0086	0.46
	W6	0.06	0.81	1.48	0.011	0.017	0.16	0.11	0.27	1.45	0.0073	0.52
	W7	0.05	0.63	1.66	0.023	0.012	0.12	0.16	0.28	0.75	0.0036	0.76
	W8	0.08	0.59	1.39	0.017	0.018	0.20	0.24	0.44	0.83	0.0019	0.65
比較例	W9	0.01	0.81	1.29	0.009	0.021	0.23	0.24	0.47	0.96	0.0052	0.49
	W10	0.12	0.93	1.66	0.012	0.006	0.18	0.15	0.33	1.20	0.0049	0.59
	W11	0.05	0.42	1.52	0.015	0.018	0.21	0.11	0.32	1.91	0.0061	0.42
	W12	0.06	1.13	1.73	0.011	0.017	0.11	0.19	0.30	0.58	0.0083	0.64
	W13	0.04	0.56	1.02	0.009	0.019	0.08	0.13	0.21	0.62	0.0066	0.55
	W14	0.07	0.64	1.95	0.016	0.018	0.26	0.18	0.44	1.44	0.0051	0.39
	W15	0.04	0.75	1.21	0.013	0.029	0.10	0.10	0.20	1.00	0.0048	0.88
	W16	0.03	0.83	1.52	0.014	0.011	0.17	0.27	0.44	0.63	0.0072	0.18
	W17	0.05	0.63	1.71	0.008	0.016	0.19	0.08	0.27	2.38	0.0055	1.25

## 【0024】

JIS G3131 S P C Cの板厚2.3mm、長さ500mmの鋼板を、図2に示すようにテーパ型スペーサ5を後板2と前板1に挟んでギャップ長さ $G_1 = 2\text{mm}$ 、 $G_2 = 4\text{mm}$ のテーパギャップを形成した横向重ね継手とし、表2に示す溶接条件で溶接した。なお溶接電源は溶接電流（ベース電流とピーク電流との平均的な電流）増減のためのワ

10

20

30

40

50

ワイヤ送給速度の調整と、ピーク電流とピーク時間の設定をすることができ、平均溶接電流値に従って数十Hzないし300Hzのパルス周波数となるものであるが、各試作ワイヤとも1パルス・1ドロップ移行のパルスMAG溶接ができるようにパルスピーク電流値とパルスピーク時間を設定した。

【0025】

【表2】

シールドガス	Ar-20%CO <sub>2</sub>
チップ母材間距離	15mm
トーチ角度 (水平方向から)	30°
溶接速度	100cm/min
平均電流	250A
平均電圧	25V
パルスピーク電流	480A
パルスピーク時間	1.3~1.9ms

10

20

【0026】

溶接は図3に示すように、ワイヤ狙い位置6は前板1側の鋼板板厚の中心、トーチ7の角度は30°でギャップ長さG<sub>1</sub>(2mm)側からスタートして溶融金属が架橋できなくなるところまでを溶接可能ギャップとした。

【0027】

試験結果としては各ワイヤによる溶接可能ギャップ長さ、アークの安定性およびビード形状を調査した。上記の溶接可能ギャップ長さは3.5mm以上を良好とした。またスパッタ発生量も調査したが、これは銅製の捕集箱を用いて、図2に示す横向重ね継手のギャップ長さG<sub>1</sub>を2mmの一定として表2に示す溶接条件で5回溶接し、1分間当たりのスパッタ発生量を算出した。これによりスパッタ発生量が0.5g/min以下を良好とした。それらの結果を表3にまとめて示す。

30

【0028】

【表 3】

区分	ワイヤ 記号	溶 接 試 験 結 果					総合 評価
		溶接可能 ギャップ (mm)	アークの安定性	ビード形状	スパッタ 発生量 (g/min)	その他	
本発明例	W1	3.9	安定	良好	0.06	-	○
	W2	3.7	安定	良好	0.13	-	○
	W3	3.8	安定	良好	0.11	-	○
	W4	3.9	安定	良好	0.12	-	○
	W5	4.0	安定	良好	0.07	-	○
	W6	3.7	安定	良好	0.09	-	○
	W7	3.8	安定	良好	0.12	-	○
	W8	4.0	安定	良好	0.10	-	○
比較例	W9	3.1	不安定	凸ビード	0.54	-	×
	W10	3.4	安定	溶融金属垂れ ビード止端部なじみ不良	0.61	高温割れ有り	×
	W11	3.2	安定	凸ビード	0.55	-	×
	W12	3.6	やや不安定	ハンピングビード	0.57	-	×
	W13	3.3	不安定	溶融金属垂れ	0.58	ピット発生	×
	W14	2.9	安定	良好	0.62	-	×
	W15	3.1	安定	溶融金属垂れ	0.15	高温割れ有り	×
	W16	3.0	不安定	凸ビード	0.63	-	×
	W17	3.3	不安定	溶融金属垂れ	0.63	高温割れ有り	×

## 【 0 0 2 9 】

表 1 および表 3 中、ワイヤ記号 W 1 ~ W 8 が本発明例、ワイヤ記号 W 9 ~ W 1 7 は比較例である。

本発明例であるワイヤ記号 W 1 ~ W 8 は、C、S i、M n、T i、A l、T i + A l、T i / A l および S 量が適正で、ワイヤ表面の銅めっき厚さも適量であるので、アークが安定し、溶融金属の粘性および表面張力が適正で溶接可能ギャップが広く、スパッタ発生量が少なく外観の良好なビードが得られるなど極めて満足な結果であった。

## 【 0 0 3 0 】

比較例中ワイヤ記号 W 9 は、C が少ないのでアークが不安定でスパッタ発生量が多かった。また、T i + A l が多いので粘性が高くなって凸ビードとなり溶接可能ギャップが狭かった。

ワイヤ記号 W 1 0 は、C が多いので溶融金属が垂れてビード形状が不良で、スパッタ発生量が多く高温割れも生じた。また、S が少ないのでビード止端部のなじみも不良であっ



た。

【 0 0 3 1 】

ワイヤ記号 W 1 1 は、S i が少ないので凸ビードとなり溶接可能ギャップが狭かった。また、T i / A l が高いのでスパッタ発生量も多かった。

ワイヤ記号 W 1 2 は、S i が多いのでハンピングビードとなり、アークもやや不安定であった。また、T i / A l が低いのでスパッタ発生量も多かった。

【 0 0 3 2 】

ワイヤ記号 W 1 3 は、M n が少ないので溶融金属が垂れてビード外観が不良で、溶接可能ギャップも狭くなった。また、ピットも生じた。さらに、T i が少ないのでアークが不安定でスパッタ発生量が多かった。

10

ワイヤ記号 W 1 4 は、M n が多いのでビード幅が狭く溶接可能ギャップが狭かった。また、T i が多いのでスパッタ発生量も多かった。

【 0 0 3 3 】

ワイヤ記号 W 1 5 は、T i + A l が少ないので溶融金属が垂れてビード外観が不良で、溶接可能ギャップも狭くなった。また、S が多いので高温割れも生じた。

ワイヤ記号 W 1 6 は、A l が多いので凸ビードとなり溶接可能ギャップも狭くなった。また、ワイヤ表面の銅めっき厚さが薄いのでアークが不安定でスパッタ発生量も多かった。

【 0 0 3 4 】

ワイヤ記号 W 1 7 は、A l が少ないのでアークが不安定でスパッタ発生量が多くなり、溶融金属が垂れて溶接可能ギャップ性も狭かった。また、ワイヤ表面の銅めっき厚さが厚いので高温割れも生じた。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 5 】

【 図 1 】 ( a )、( b )、( c )、( d ) はそれぞれ横向重ね継手部の溶接におけるビード形成状態の例を示す図である。

【 図 2 】 本発明の実施例に用いた横向重ね継手の試験板を示す図である。

【 図 3 】 本発明の実施例に用いた横向重ね継手部のワイヤ狙い位置を示す図である。

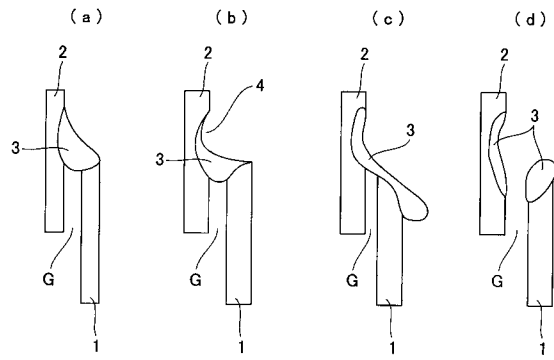
【 符号の説明 】

【 0 0 3 6 】

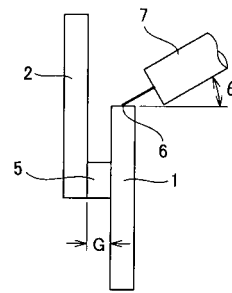
30

- 1 前板
- 2 後板
- 3 溶接金属
- 4 アンダーカット
- 5 スペース
- 6 ワイヤ狙い位置
- 7 トーチ
- G ギャップ長さ
- トーチ角度

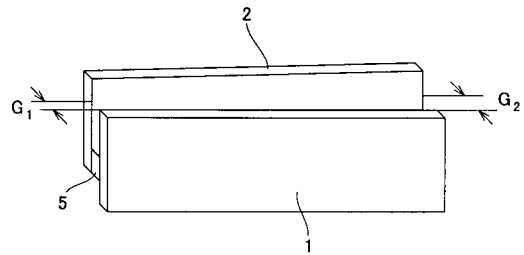
【図 1】



【図 3】



【図 2】



---

フロントページの続き

審査官 宮澤 尚之

(56)参考文献 特開平03-204195(JP,A)  
特開2001-129684(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B23K 35/30