

新商品紹介

パール調カラークリアコートステンレス鋼板

杉田 修一* 松原 和美** 大久保 謙一** 森 浩治***

Hybrid Clear Coated Stainless Steel Sheet

Suichi Sugita, Kazumi Matsubara, Ken-ichi Ookubo, Koji Mori

1. 緒言

ステンレス鋼板は、金属光沢を持つ意匠性と耐食性、耐熱性および加工性に優れ、メンテナンスが容易なことから、自動車、家電・厨房機器、内外装建材などの幅広い分野で使用されている。用途拡大に伴い、内装・器物用途では食品、指紋による汚れや、調味料、洗剤などによる腐食が、外装建材では海塩粒子や酸性雨などによる発錆¹⁾が問題となってきた。これらの問題を解決するため、ステンレス鋼板の外観を損なうことなく、ステンレス鋼板表面に塗装などを施し、意匠性や機能性を有する表面処理ステンレス鋼板が開発されてきた。

従来、洗濯機、冷蔵庫などのキッチン家電は白物家電と呼ばれ、めっき鋼板に白色系の塗装を施したプレコート鋼板やプラスチックが使用されてきた。しかし、最近ではステンレスの素地を活かすクリアコートステンレス鋼板がオープン電子レンジ、食器洗い乾燥機、IH炊飯器、冷蔵庫などの外装材として多く用いられるようになってきている。これはステンレス鋼板の表面にクリア塗膜を設けることにより“つや”や“深み”が増し、ステンレス鋼板に対する「冷たさ」、「暗さ」というイメージを「清潔感」、「高級感」が凌駕するようになったためと考えられる。

また、家電製品はデザインの良否により、売り上げが大きく左右されるようになり、必然的に家電製品のデザインは目立つこと、高級感があること、さらに、キッチン家電では清潔感があることが強く望まれるようになってきた。これらの要求を満たす材料として、クリアコートステンレス鋼板が挙げられ、さらなる“高級感”、“意

匠付与による差別化”を目的として、カラークリアコートステンレス鋼板の要求が高まってきた。

従来、カラークリアには、染料や有機顔料を配合したカラークリア塗料が使用されているが、この方法では、塗膜厚みの変動による色調変化が大きく、また、ステンレス鋼板の金属感が損なわれる（暗くなる）などの欠点があった。

本稿では、家電分野での用途拡大が著しいクリアコートステンレス鋼板の構成、種類、特性、用途などについて、また、従来のカラークリア塗装ステンレス鋼板の欠点を克服し開発した「パール調カラークリアコートステンレス鋼板」について、開発の考え方と色調の特長、塗膜の基本特性およびその用途例について紹介する。

2. クリアコートステンレス鋼板

2.1 クリアコートステンレス鋼板の製品構成

クリアコートステンレス鋼板の製品構成を図1に示

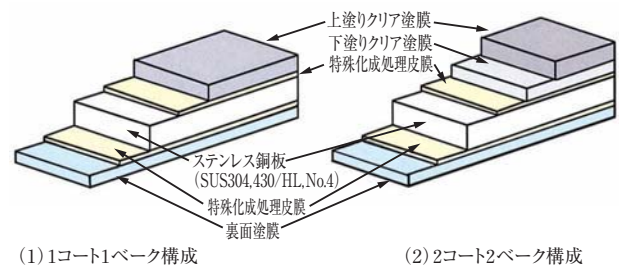


図1 クリアコートステンレス鋼板の断面構成モデル

Fig.1 Schematic structure of clear coated stainless steel sheet.

*技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第二研究チーム 主任研究員

**技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第二研究チーム

***技術研究所 塗装・複合材料研究部 塗装第二研究チーム チームリーダー

す。

当社のクリアコートステンレス鋼板には、

- (1) 下塗り塗膜を設けずに直接、上塗り塗膜を設ける1コート1ベーク構成
- (2) 下塗り塗膜と上塗り塗膜の2層からなる2コート2ベーク構成、

の2種類の製品があり、市場ニーズに合わせ適宜対応している。

クリア塗装を施すステンレス鋼板としては、一般的なSUS430, SUS304を始め、厳しい成形加工性が要求される場合には高加工用ステンレス鋼板など、用途に応じた各種ステンレス鋼板を使用している。ステンレス鋼板の表面仕上げは、ベルト研磨仕上げのNo.4、磨き目が連続したHL（ヘアライン）といった研磨仕上げが意匠の観点から大半を占めるが、ダル外観のNo.2Dなどの酸洗仕上げ、あるいは、光沢外観のNo.2Bなどのスキンパス仕上げも用いられる。

クリアコートステンレス鋼板は、プレス成形、ロールフォーミングなどで家電機器の筐体、パネルなどに成形加工されるため、クリア塗膜のステンレス鋼板との密着性が必要である。さらに、食品、調味料、水蒸気、洗剤に曝されることを想定した密着性も必要である。そのため、ステンレス鋼板とクリア塗膜の密着性の安定化を図るため、ステンレス鋼板の塗装前処理が重要となる。

クリア塗膜の密着性を向上させるステンレス鋼板の塗装前処理には、アルカリ脱脂または酸洗脱脂後に、有機酸、シランカップリング剤、クロム酸塩などを含む処理液を塗布する処理が提案されている²⁾³⁾。当社のクリアコートステンレス鋼板は、クリア塗膜の密着性を安定化させ、さらに、ステンレス鋼板素地の意匠を損なわない特殊な塗布型クロメート処理⁴⁾を施している。

最近の家電、自動車業界では、環境負荷物質全廃に取り組んでおり、当社においても、クロム酸塩を全く含まない無色透明な塗布型クロムフリー特殊化成処理⁵⁾を開発し、クロメート処理と同等な密着性の安定化を図っている。

2.2 クリアコートステンレス鋼板の種類と特性

クリアコートステンレス鋼板の主な特性と用途を表1に示す。クリアコートステンレス鋼板に要求される特性は、耐指紋性のみならず、適用部材に応じて、成形加工性、塗膜硬度、塗膜透明性、耐汚染性などが挙げられる。

いずれもプレコート鋼板で培われた塗膜設計に関わる技術を活かしたものであり、プレス成形加工を前提とした塗膜特性、クリア塗膜として重要な透明性など、

表1 クリアコートステンレス鋼板の特性および用途

Table 1 Properties and applied example of clear coated stainless steel sheet.

塗膜種	ウレタン (薄膜)	ポリエステル	アクリル	アクリルシリコーン	フッ素	
外観	つや消し	高光沢 or つや消し	高光沢 or つや消し	高光沢 or つや消し	つや消し	
主な特徴	潤滑性	成形加工性	透明性	耐汚染性	耐薬品性	
標準膜厚	1 μm	10 μm	10 μm	10 μm	10 μm	
塗膜硬度/傷付き (鉛筆硬度)	2H	F~H	H~2H	2H	F~H	
180度折り曲げ OT加工部密着性 (セロテープ剥離)	◎	◎	△	◎	◎	
塗膜 性 能	耐食性 (SST35℃, 240h)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
	耐湿性 (BBT50℃, 240h)	異常なし	異常なし	異常なし	異常なし	
	耐食品 汚染性 ^{*1}	酢	◎	◎	◎	◎
		食塩	○	◎	◎	◎
カレー		△	△	△	◎	
耐指紋性	○	◎	◎	◎	◎	
耐候性 (SWウェザー: 240h)	◎	◎	◎	◎	◎	
用途例	オープン電子レンジ 食器洗い乾燥機 IH炊飯器	オープン電子レンジ 食器洗い乾燥機 IH炊飯器 照明灯カバー	業務用冷蔵庫 業務用炊飯器 郵便Box	食器洗い乾燥機 IH炊飯器 キッチンパネル 業務用冷蔵庫	業務用冷蔵庫 業務用製氷機 キッチンパネル 各種厨房機器	

塗膜性能の評価: 良◎ ○ △ ▲ ×不良

* 1 汚染物を供試材に滴下し、60℃, RH95%, 24h暴露後24h室内保管し、水洗後の外観を目視評価した

用途に応じた要求特性と品質をバランスさせた材料である。

3. パール調カラークリアコートステンレス鋼板

3.1 製品設計の考え方

以下に、主な開発目標を示す。

- (1) カラークリア塗膜の膜厚変動が生じても塗膜の色調変化が小さい。
- (2) ロット間における色調の再現性が高い。
- (3) 色調に対する多種多様な市場ニーズに対応できる。
- (4) ステンレス鋼板に「暖かさ(明るさ)」を付与させる。

これらの目標を達成するため、本開発材に適用する顔料は干渉色による発色を活用し、さらに、クリア塗膜との密着性を長期に渡り安定化させるため、適正な後処理

を施した特殊パール顔料を使用した。その結果、従来にはないパール調カラークリアコートステンレス鋼板を開発することができた。

開発材の代表的な断面構成モデルを図2に示す。塗膜

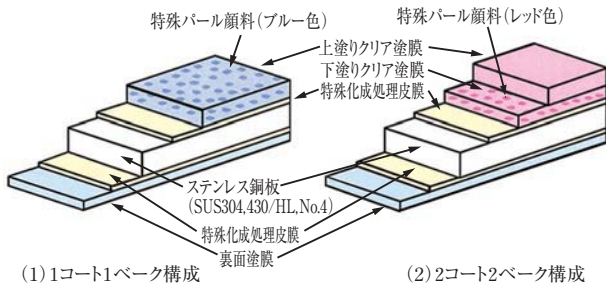


図2 パール調カラークリアコートステンレス鋼板の断面構成モデル

Fig. 2 Schematic structure of hybrid clear coated stainless steel sheet.

構成は前項で述べたクリアコートステンレス鋼板と同様であり、1コート1ベーク構成または2コート2ベーク構成である。開発材の塗膜種は、表1に示した塗膜種のうち、薄膜ウレタンは膜厚が $1\mu\text{m}$ であることからカラークリア化に適さないが、その他のクリアコートステンレス鋼板には全て適用できる。

3.2 開発材の色調

色調評価には、SUS430 No. 4 仕上げ材を塗装原板として用い、塗料は高分子ポリエステル系クリア塗料に図3に示す7色の特殊パール顔料を配合し、乾燥膜厚 $10\mu\text{m}$ の開発材を作製した。比較材として、クリア塗装材、従来から使用されている有機顔料である赤色のキナクリドンレッドおよび青色のフタロシアニンプールを用い、開発材のレッド色、ブルー色と同様な色相になるように調整したカラークリア塗装材を用意した。

JIS Z8737に規定される方法で色調を測定した結果を図4に示す。開発材は従来のカラークリアコートステンレス鋼板に対し、高いL値(白味)を示した。すなわち、開発材は明るく見えることになり、クリアおよび従来のカラークリアコートステンレス鋼板の『暗い感じ』を和げる効果が付与されていることを示している。

マルチアングル分光測色計を用い、 45° 入射光の正反射光からのオフセット角 15° , 25° , 45° , 75° , 110° の位置で測定した色調を図5に示す。開発材はいずれの角度でもL値が高く白味(明るさ)が増しており、ステンレス鋼板の『暗く』、『冷たい』金属光沢が和らげられている。また、色相を示すa値, b値の測定結果から、正反射光に近い角度のハイライトでは高い値を示し、正反射光から離れたシェード方向では低い値を示

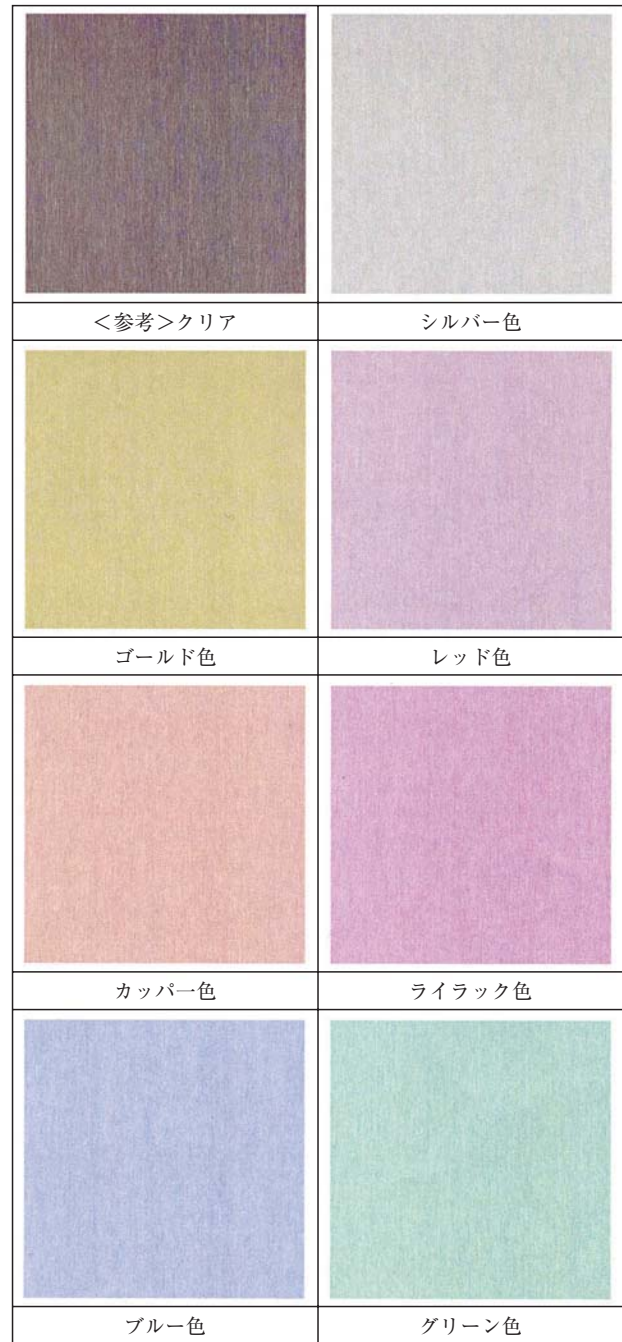


図3 開発材の色調

Fig. 3 Color tone of developed product.

すなど、見る角度により色調が変化する。この見る角度により色調が変化する特性は、従来のカラークリアコートステンレス鋼板にはない特徴である。開発材を成形加工によって所定の形状にすることにより、明暗、色相の変化を一つの成形品に付与することができ、高級な意匠の発現が可能である。

3.3 開発材の色調安定性

色調安定性の評価には、SUS430 No. 4 仕上げ材を塗

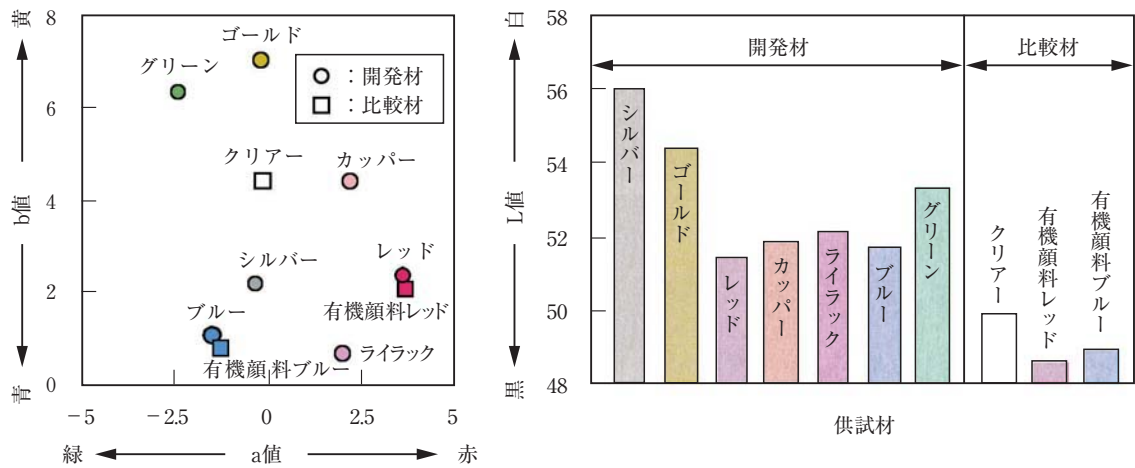


図4 パール調カラークリアコートステンレス鋼板の色調
Fig. 4 Color tone of hybrid clear coated stainless steel.

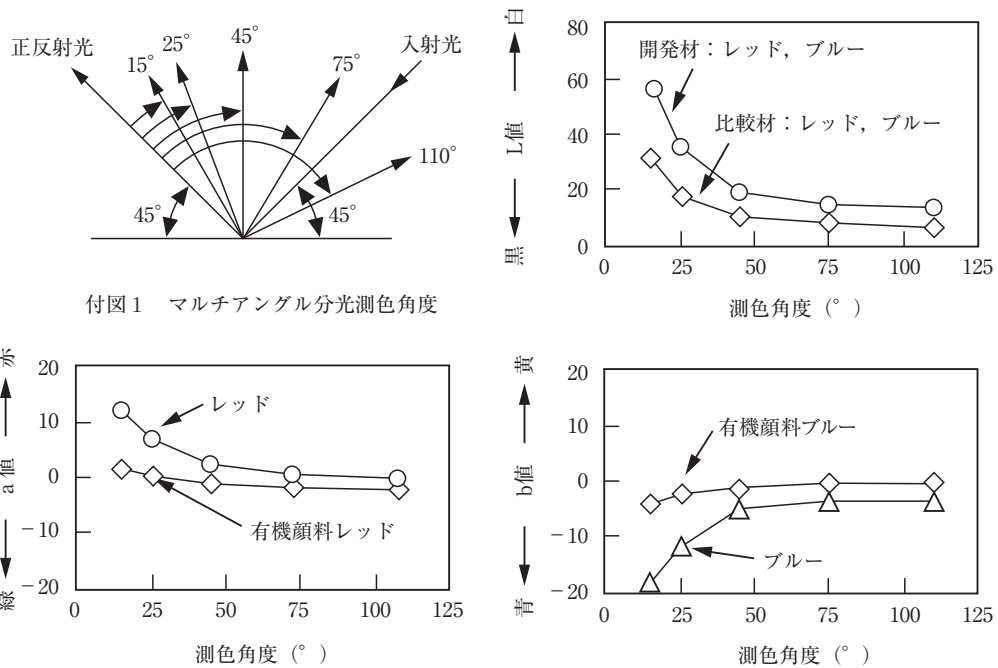


図5 測色角度と色調の関係
Fig. 5 Relation between colorimetry angle and color tone.

装原板として用い、開発材のレッド色、ブルー色、比較材として開発材と同等の色相に調整した従来の有機顔料配合高分子ポリエステル塗料を用意し、塗布量を調整して塗膜厚みを変化させた供試材を作製した。

分光測色計を用いてJIS Z8737で規定する色差表示法

に従って色調を測定し、膜厚10 μ mを基準として、膜厚変化に応じた色差 ΔE を算出した結果を図6に示す。開発材は膜厚に変動が2 μ m生じてても色差 $\Delta E \leq 0.5$ を示した。これに対し、比較材では標準膜厚10 μ mに対し色差 $\Delta E \geq 1.0$ 以上となり、膜厚変動に起因して色調の大きな

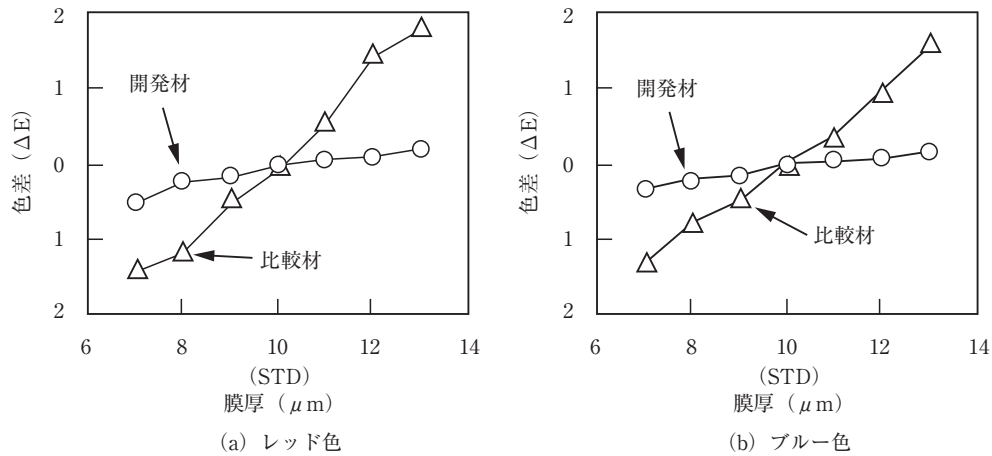


図6 膜厚と色差の関係
Fig. 6 Relation between film thickness and color difference.

変化を示した。このことから、開発材は色調安定性、すなわち、ロット内およびロット間における外観の再現性に優れたカラークリアコートステンレス鋼板であることがわかる。

3.4 開発材の品質特性

カラークリアコートステンレス鋼板に求められる品質特性は表1に示す特性を維持することが前提となる。

したがって、開発品の品質ポイントは、配合するパール顔料とクリア塗膜との密着性である。この密着性について、塗装原板にSUS430 No.4仕上げ材を用い、高分子ポリエステルクリア塗料にブルー色の特殊パール顔料を配合した開発材、ブルー色の一般パール顔料を配合した比較材を作製し、耐水蒸気試験による評価を行った。

耐水蒸気試験結果を図7に示す。開発材は水蒸気暴

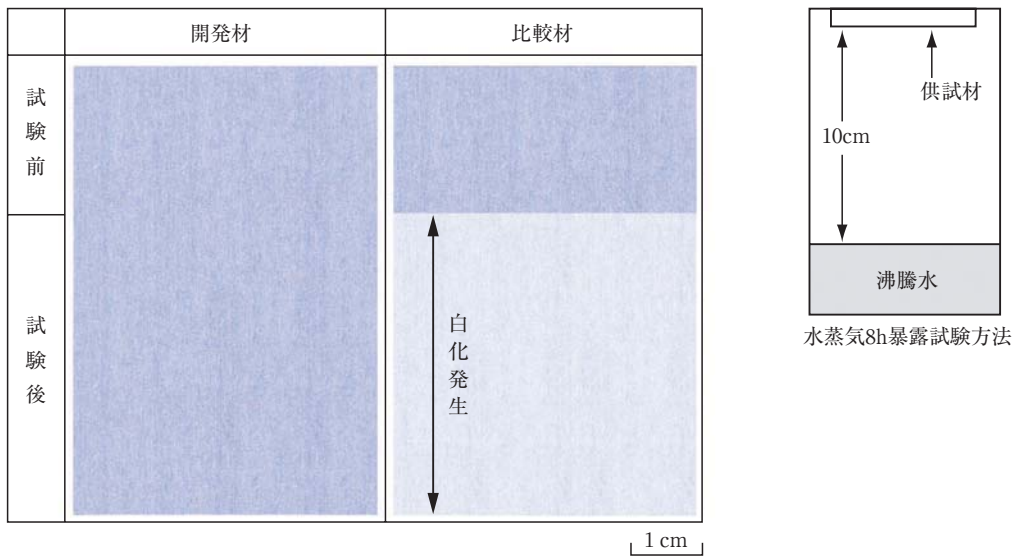


図7 耐水蒸気試験結果
Fig. 7 Results of steam test.

露8時間後でも塗膜の変色は全く認められず、優れた塗膜性能を示した。一方、比較材は著しい白化が発生した。これは、クリア塗膜とパール顔料の界面に水蒸気が進入したため、微細な膨れが発生したものと考えられる。

クリア塗膜と優れた密着性を示す特殊パール顔料を配合することにより、クリアコートステンレス鋼板に要求される成形加工性、塗膜硬度、耐指紋性、鮮映性、耐食品汚染性などの表1に示した各塗膜種の特性を維持したままパール調カラークリア化が可能となる。

4. 用途例

パール調カラークリアコートステンレス鋼板の適用

例を図8に示す。パール調カラークリアコートステンレス鋼板は、各種クリア塗膜の性能を維持したまま、従来のカラークリア塗膜に比べ、「明るく」、「暖かく」、また、見る角度によって色調が変化する「高級感」を付与した意匠鋼板である。この高級意匠感が評価され、各種キッチン家電機器、キッチンパネルに採用されている。

5. 結 言

クリアコートステンレス鋼板の塗膜性能を損なうことなく、従来の有機顔料を配合したカラークリアに対し、製造安定性と高級意匠を付与したパール調カラークリア



(a) 食器洗い乾燥機



(b) オープン電子レンジ



(c) IH炊飯器



(d) キッチンパネル

図8 開発材の適用例

Fig.8 Applied example of developed product.

コートステンレス鋼板を開発した。本開発材は、クリアコートステンレス鋼板に「明るさ」、「暖かさ」、「色調変化」を付与した高級意匠を有する。すでに、キッチン家電、キッチンパネルに採用されており、今後、家電機器全般、IT関連機器などの高級意匠が求められる用途への適用が期待される。

参考文献

- 1) 石井宏明：ステンレス，8(1999)，11.
- 2) 加藤良一，川原栄次，伊木田孝夫，前北杲彦，中野和幸：日新製鋼技報，49(1983)，107.
- 3) 加藤良一，川原栄次，前北杲彦：日新製鋼技報，51(1984)，114.
- 4) 圓谷 浩，公文史城，大崎勝久，小浦節子，福本博光，波田野勇治：日新製鋼技報，76(1998)，78.
- 5) 公開特許公報：特開2002-30458