

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **14B1**
October/2007

マシニング事業

マテリアル
マシナリー
コーティング

■ 新商品・適用事例紹介

Symbio
「AG-ESS/AG-ESドリル」

Symbio
AG-ESS/AG-ES Drills

〈キーワード〉 高速加工・高性能ハイスドリル・
Al-Cr系新AGコーティング

機械工具事業部/工具製造事業部/ラウンドツール部/ TES課

高林 伸年

Nobutoshi Takabayashi

ファミリーブランド“Symbio/シンビオ”
人、環境と“共生”し、工作機械とコラボレーション。

要 旨

近年、切削工具の母材は、高能率化や長寿命加工などの生産性向上のため、従来のハイスから超硬化がすすんでいる。

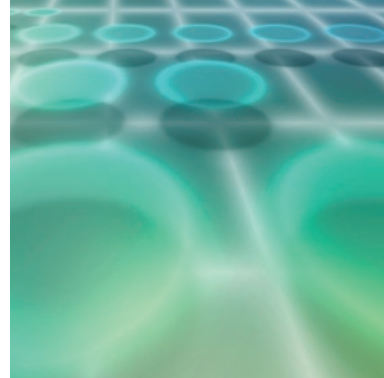
しかしながら、最近のレアメタルの価格高騰は超硬工具のコストアップを余儀なくしている。一方、ハイス製工具は、この影響を超硬工具程に受けずに安価であることや、韌性が高いことから信頼性が高いなどの利点も有している。そのため、市場からは高性能ハイス工具の開発が求められている。

NACHIは、新開発の高合金ハイスとコーティングを適用し、超硬ドリルの性能に迫るハイスドリルを商品化した。

Abstract

Recently the material of cutting tools has been changing to carbide that allows a high-speed cutting for improved productivity. However, the prices of carbide tools are forced to rise due to the recent, drastic price increase of rare metal while the HSS tools are not significantly affected by this and are still reasonable. In addition, the tools have advantageous characteristics of high toughness and high reliability. Thus, the development of high-performance HSS tools is called for in the market.

To respond to the needs, NACHI has used a newly-developed high-alloyed HSS and coating and marketed a HSS drill that is close in performance to a carbide drill.



1.信頼性が高い ハイスドリル

近年、日本の切削工具は、高速度工具鋼（以下ハイス）から高速加工が可能な超硬合金（以下超硬）へとシフトしており、穴加工用のドリルも超硬化がすすんでいる。超硬ドリルは刃先欠け防止のため、刃先切れ刃に^{※1}チャンファーホーニングが施行されているが、そのため、切削抵抗が大きく小型機械では主軸負荷異常などの問題もある。

超硬はハイスに比べ韌性が低く、夜間などの無人運転では、信頼性の高いハイスドリルが現在でも使用されている。また、最近のレアメタル高騰は、超硬工具の原価をさらに押し上げており、価格の面からもハイスドリルは超硬ドリルに比べ有利である。

これらのことから、市場では超硬ドリルに匹敵するハイスドリルのニーズが高まっており、従来超硬ドリルの加工条件に匹敵し、かつ高信頼性を両立させた「AG-ESSドリル・AG-ESドリル」を開発し商品化した。

ESSは、Endmill-Shank-Shortドリルの略でドリル直径の3倍までの穴深さに対応している。また、ESはEndmill-Shankの略で、ドリル直径の5倍までの穴深さに対応している。その特長・性能について以下に説明する。



図1 AG-ES・ESSドリルの外観写真

2. AG-ES・ESSドリルの特長について

AG-ES・ESSドリルの特長を形状・材料・コーティングに分けて以下に説明する。

(1) 形状 ^{※2} 強ねじれ角と最適な溝幅比

AG-ES・ESSドリルは一般構造用圧延鋼材(SS材)や機械構造用炭素鋼(SC材)をはじめ、ステンレス鋼(SUS材)やプレハードン鋼といった幅広い被削材に対応できる形状としている。(図2参照) 特長としては高速加工に対応するため、形状として

- (1) 強ねじれ角と、
- (2) 最適な溝幅比を
採用した。

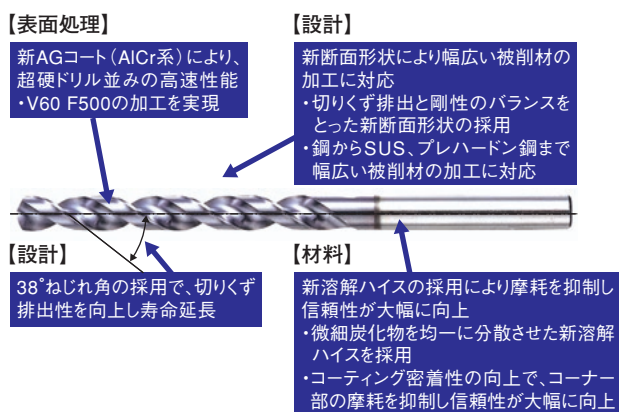


図2 ドリルの形状

(2) 材料 ^{※3} 新開発の専用溶解ハイス

母材は信頼性向上のため微細炭化物を均一に分散させた新溶解ハイスを採用。

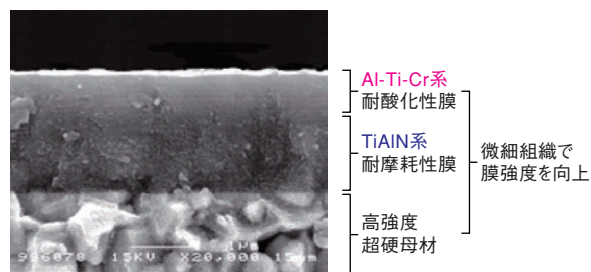
(3) コーティングについて

超硬ドリル並みの切削速度(V) 60m/min、送り速度(F) 500mm/minを達成させるため耐熱・耐酸化性に優れたAlCr系新AGコーティングを採用した。

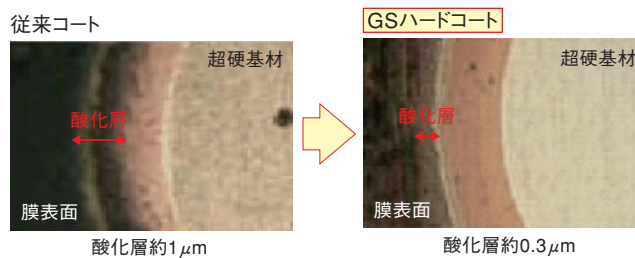
新AGコーティングは、図3(a)に示すように、最表面に耐酸化性に対応したAl-Ti-Cr系膜を、第2層には耐摩耗性に対応したTiAlN系膜の構造を有している。超硬基板上に今回のAlCr系新コーティングと従来TiAlN系コーティングを施工し、大気中にて1,100°C1時間保持した後のコーティング膜断面の比較写真を図3(b)に示す。1,100°C1時間保持によるコーティング膜

の酸化層厚みが、従来コーティングに対し、今回の新AlCr系コーティングは1/3であることが分かる。すなわち耐酸化性は、従来コーティングの3倍を達成している。

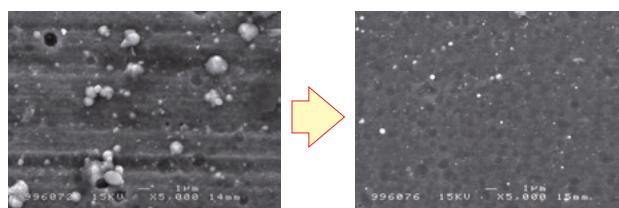
また、高速加工でのスムーズな切りくず排出を達成させるための平滑コーティングを採用した。従来TiAlN系膜と今回の新AGコーティング膜の表面電子顕微鏡写真を(c)(d)に示す。従来TiAlN系膜は(c)の様にコーティング膜表面には約1μm前後のドロップレットが付着している。高速加工の場合、切りくず流出速度も速くなることより、コーティング表面に(c)の様なドロップレットが付着していると切りくず流出速度が妨げられ、れ、切りくずつまりなどの問題が発生する。一方、今回の新AGコーティングの表面は、ドロップレットがほとんど観察されず非常に平滑な表面になっていることが分かる。



(a) 新AGコーティングの断面構造



(b) 耐酸化性の評価
(大気中1,100°Cで1時間保持のカロテスト痕)



(c) 従来コート

(d) 新AGコート

図3 新AGコーティングの特長

3. AG-ES・ESSドリルの切削性能について

AG-ES・ESSドリルの切削性能を汎用被削材である機械構造用炭素鋼、浸炭材、一般構造用圧延鋼材、ステンレス鋼、プレハードン鋼について、以下に説明する。

1) 機械構造用炭素鋼(S50C)での切削性能

機械構造用炭素鋼は、その名前の通り炭素(カーボンC)が添加された材料である。炭素が添加されているため摩耗が進行しやすい。そのため、ドリルには耐摩耗性が要求される。機械構造用炭素鋼(S50C)での切削性能を図4に示す。図中の $\phi 6 \times 57 \times 99 \times \phi 6$ は(ドリル直径)×(溝長)×(全長)×(シャンク径)を表している。

ドリル径は $\phi 6$ を使用し、切削条件は通常条件の切削速度(V) 30m/minから高速条件の切削速度(V) 50m/min、60m/minの3条件で他社ドリルと寿命比較を行なった。穴深さは直径の3.5倍21mm(通り穴)である。

結果は、いずれの条件でも他社品高性能ハイスドリルの1.6倍の長寿命を達成。切削速度(V) 30m/minにおいては加工数3,700穴より切削長80mという長寿命を達成。

超硬ドリル並みの切削速度(V) 60m/minにおいても切削長37mといった安定加工を達成している。

2) 浸炭材(SCM440H)での切削性能

浸炭材は、上記の炭素鋼に対しクロム(Cr)やモリブデン(Mo)等を添加することにより、強度と表面硬度アップを狙った材料である。そのため、ドリルには上述炭素鋼よりも耐摩耗性や切れ刃強度が要求される。浸炭材(SCM440H 硬度310HB)での切削性能を、図5に示す。

ドリル径は $\phi 6$ を使用し、切削条件は通常条件の切削速度(V) 30m/minおよび高速条件の切削速度(V) 40m/minの2種類で、他社ドリルと寿命比較を行なった。穴深さは、直径の3.5倍21mm(通り穴)である。通常条件の切削速度(V) 30m/minでは、他社品の2倍以上、高速条件の切削速度(V) 40m/minでは、他社品の1.4倍以上の長寿命を達成。切削速度(V) 30m/minにおける加工数1,050穴は、切削長20m以上の安定した性能であった。

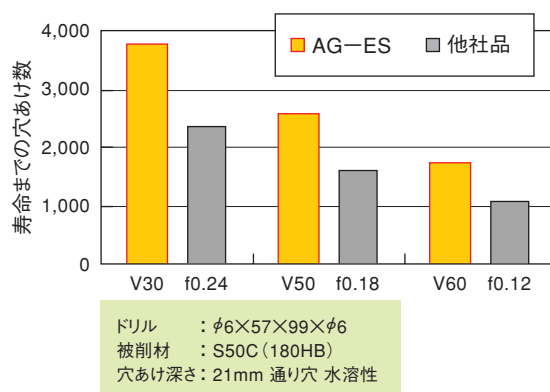


図4 AG-ESドリルでの機械構造用炭素鋼の切削性能

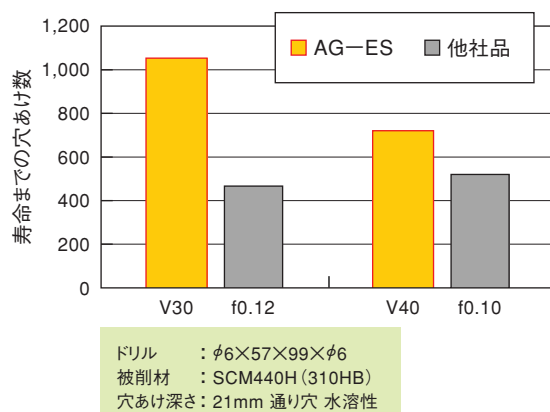


図5 AG-ESドリルでの浸炭材の切削性能

3) 一般構造用圧延鋼材 (SS材) での切削性能

SS材は、切りくずが伸びやすくドリルに巻き付きやすい材料である。そのため、ドリルには切りくずをカールさせるための切れ味が重要視される。一般構造用圧延鋼材 (SS400材) での切削性能を、図6に示す。

ドリル径はφ9を使用し、切削条件は高速条件の切削速度 (V) 50m/minで他社ドリルと寿命比較を行なった。穴深さは直径の2.1倍19mm (通り穴) である。高速条件の切削速度 (V) 50m/minでは、他社品TiAlNコート品の2倍以上の寿命であった。また、他社品TiNコート品と比較すると5倍以上の長寿命である。加工数1,650穴は切削長32m以上という長寿命を達成している。

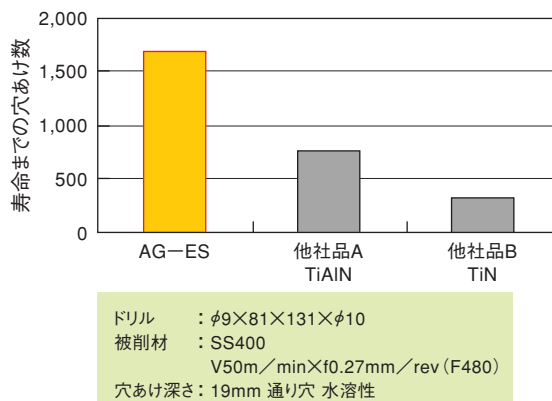


図6 AG-ESドリルでのSS材の切削性能

4) ステンレス鋼 (SUS304材) での切削性能

ステンレス鋼は、バネのような切りくずを生成させる。また低熱伝導率よりドリル加工時の発生熱が蓄積されやすい。そのため難削材の代表である。ドリルには耐熱、耐摩耗、耐強度が要求される。ステンレス鋼 (SUS304材) での切削性能を図7に示す。

ドリル径はφ6を使用し、切削条件は切削速度 (V) 10m/minで他社ドリルおよびステンレス専用のAG-SUSドリルと寿命比較を行なった。穴深さは、直径の3.3倍20mm (通り穴) である。結果は、他社品の1.8倍以上を達成。もっとも、ステンレス専用に開発されたAG-SUSドリルは、AG-ESドリルの1.6倍、他社ドリルの3倍以上の寿命であった。ステンレス鋼を加工する時はAG-SUSドリルを、構造用鋼 (SS材) や炭素鋼 (S50C)、浸炭材 (SCM440H) と幅広い被削材を加工する時は、AG-ES・ESSドリルの使用を推奨したい。

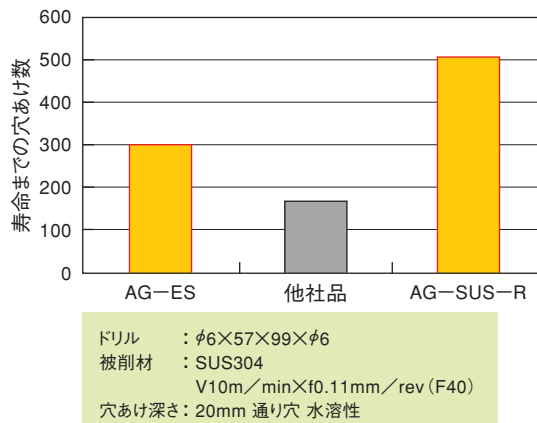
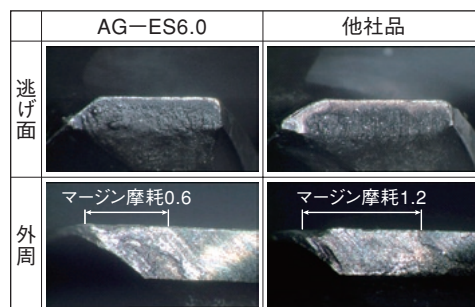
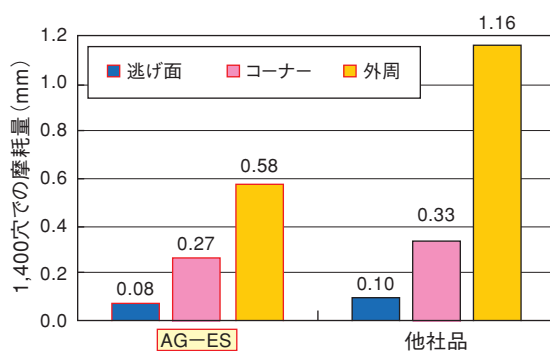


図7 AG-ESドリルでのステンレス鋼の切削性能

5) プレハードン鋼 (NAK80材) での切削性能

プレハードン鋼は、その名前の通り予め熱処理(硬度)を与えた材料である。そのためドリルとしては耐摩耗性、耐強度が要求される。プレハードン鋼 (NAK80材 硬度42.5HRC) での切削性能を、図8に示す。

ドリル径はφ6を使用し、切削条件は切削速度(V) 24m/minで、他社ドリルと一定の加工数1,400穴(切削長27m)での摩耗比較を行なった。穴深さは、直径の3.1倍19mm(通り穴)である。コーナー摩耗では他社品の90%、外周マージン摩耗においては他社品の半分である。外周マージン摩耗が少ないことは、外径減耗量が小さく、穴精度に優れることを意味するとともに、再研削時の研削量が少ないことを意味する。すなわち、ドリル1本での再研削回数が多くトータル寿命の長さにつながる。



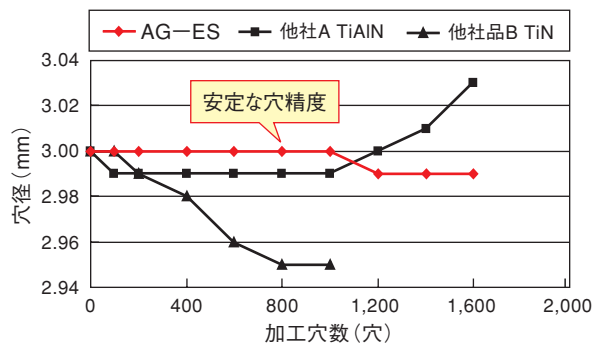
ドリル : φ6×57×99×φ6
 被削材 : NAK80 (42.5HRC)
 V24m/min×f0.12mm/rev (F153)
 穴あけ深さ: 1,400穴 (27m) 水溶性

図8 AG-ESドリルでのプレハードン材の切削性能

6) 浸炭材 (SCM440) での加工精度

浸炭材 (SCM440 硬度310HB) での加工精度を図9に示す。

ドリル径はφ3を使用し、切削条件の切削速度(V) 24m/minでの折損までの加工穴径を比較した。他社品TiAlNコート品は、1,000穴以降穴径が拡大している。加工中に欠損が発生しドリルの振れが大きくなり、穴拡大になっていると推察される。また、他社品TiNコート品は、100穴以降から急激に穴径が縮小となっている。ドリルコーナー部が溶損し、穴縮小になっていると推察される。一方、AG-ESドリルは、1,600穴まで穴径変化が10μmと精度よく加工されていることが分かる。



ドリル : φ3×33×64×φ4
 被削材 : SCM440 (310HB)
 V24m/min×f0.06mm/rev (F153)
 穴あけ深さ: 9mm 止まり穴 水溶性

図9 AG-ESドリルでの浸炭材の加工精度

4. AG-ES・ESSドリルの寸法

AG-ESドリルは $\phi 2 \sim \phi 20$ まで120寸法、AG-ESSドリルは $\phi 1 \sim \phi 20$ まで129寸法を用意し、幅広いニーズに対応している。

5. おわりに

今回紹介したAG-ES・ESSドリルは、機械部品加工で用いられる構造用鋼、ステンレス鋼、炭素鋼やプレハードン鋼など、幅広い被削材に対し高能率長寿命加工を可能にし、高いコストパフォーマンスを実現できる革新的なドリルである。大幅なコスト改善に寄与できるものと考えている。

NACHIの材料技術、熱処理・コーティング技術をはじめ、加工技術を駆使して開発した高性能ハイスドリルである。

用語解説

- ※1 **チャンファーホーニング**
超硬ドリルの切れ刃エッジに0.05mm～0.15mm程度の面取りを施工して刃欠けを防止するための処置。
- ※2 **強ねじれ角**
ドリルの溝のねじれ角を大きくしたものを。先端切れ刃のスキ角に相当し、大きくなる程切れ味がよくなる。また、ねじり方向の強度が増す。
- ※3 **微細炭化物**
ハイス母材の中に含まれる成分の一つであり、炭化物の大きさが微細かつ均一であるほど硬さと強度が増す。
- ※4 **外周マージン摩耗**
ドリルのマージン上に生じる摩耗。ドリルの寿命を評価する上での尺度の一つ。一般的に先端コーナーからの幅でその量を設定する。

関連記事

- 1) 大橋 誠司：ドリルの切削条件を選定する指標の提示
「SGドリルシリーズの最適切削条件」
不二越技報Vol.52 No.1
- 2) 五島 康：高速高能率加工用エンドミル「GS MILLハード」
NACHI-BUSINESS news Vol.4 B1、August/2004
- 3) 釣谷 洋輔：Symbio 世界標準超硬エンドミル「GS MILL」シリーズ
「GS MILLスロット」「GS MILLヘビー」「GS MILLラジラス」
NACHI TECHNICAL REPORT Vol.12 B1、February/2007

本 社	本社・富山事業所 東京本社	富山市不二越本町1-1-1 東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F http://www.nachi-fujikoshi.co.jp/	〒930-8511 〒105-0021	Tel.076-423-5111 Tel.03-5568-5111	Fax.076-493-5211 Fax.03-5568-5206		
生産拠点	富山事業所	富山市不二越本町1-1-1	〒930-8511	工具 マシナリー ロボット ベアリング	Tel.076-423-5100 Fax.076-493-5221 Tel.076-423-5140 Fax.076-493-5242 Tel.076-423-5135 Fax.076-493-5252 Tel.076-423-5120 Fax.076-493-5231		
	東富山事業所	富山市米田町3-1-1	〒931-8511	マテリアル 油圧機器	Tel.076-438-4411 Fax.076-438-6313 Tel.076-438-8970 Fax.076-438-8978		
	滑川事業所	富山県滑川市大掛176	〒936-0802	プレシジョン カーハイドロリクス クリーンサーモ コーティング 精密成形	Tel.076-471-2101 Fax.076-471-2630 Tel.076-471-2320 Fax.076-471-2324 Tel.076-471-2982 Fax.076-471-2987 Tel.076-471-2985 Fax.076-471-2989 Tel.076-471-2991 Fax.076-471-2992		
	水橋事業所	富山市水橋伊勢屋193	〒939-3524	ベアリング	Tel.076-478-2098 Fax.076-479-1081		
営業拠点	東日本支社 北海道営業所 福島営業所 山形営業所 北関東営業所	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F 札幌市東区本町1条10-4-10 福島県郡山市桑野2-33-1 ワン・ブリッジビル2F 山形県西村山郡河北町谷地字真木130-1 (株) ナチ東北精工内 群馬県太田市浜町26-2	〒105-0021 〒065-0041 〒963-8025 〒999-3511 〒373-0853	Tel.03-5568-5280 Tel.011-782-0006 Tel.024-991-4511 Tel.0237-71-0321 Tel.0276-46-7511	Fax.03-5568-5290 Fax.011-782-0033 Fax.024-935-1450 Fax.0237-72-5212 Fax.0276-46-4599		
	中日本支社 東海支店 北陸支店	名古屋市名東区高社2-120-3 ナチ名古屋ビル 浜松市海老塚1-20-17 富山市石金2-3-60 ナチ北陸ビル	〒465-0095 〒432-8033 〒930-0966	Tel.052-769-6811 Tel.053-454-4160 Tel.076-425-8013	Fax.052-769-6830 Fax.053-454-4845 Fax.076-493-5215		
	西日本支社 中国四国支店 広島営業部 九州支店	東大阪市本庄西2-73-14 ナチ大阪ビル 岡山市西古松2-2-30 広島市安佐南区西原8-25-10 福岡市博多区山王1-10-30	〒578-8522 〒700-0927 〒731-0113 〒812-0015	Tel.06-6748-2510 Tel.086-244-0002 Tel.082-832-5111 Tel.092-441-2505	Fax.06-6748-1955 Fax.086-243-4346 Fax.082-832-5114 Fax.092-471-6600		
海 外	国際営業部	東京都港区東新橋1-9-2 汐留住友ビル17F	〒105-0021	Tel.03-5568-5240	Fax.03-5568-5236		
生産拠点 Overseas Manufacturing Companies	AMERICA	Indiana, Michigan / U.S.A.	BRAZIL				
	EUROPE	SPAIN	CZECH				
	ASIA and OCEANIA	KOREA	TAIWAN	CHINA	THAILAND	SINGAPORE	
営業拠点 Overseas Sales Companies	AMERICA	U.S.A.	CANADA	MEXICO	BRAZIL		
	EUROPE	GERMANY	SPAIN	U.K.	ITALY		
	ASIA and OCEANIA	KOREA	TAIWAN	CHINA	THAILAND	SINGAPORE	MALAYSIA
		INDONESIA	PHILIPPINES	VIETNAM	AUSTRALIA		