



dsPIC33CK MP-A22

Qi 無線給電トランスミッタ ユーザガイド

Microchip 社製品のコード保護機能について以下の点にご注意ください。

- Microchip 社製品は、該当する Microchip 社データシートに記載の仕様を満たしています。
- Microchip 社では、通常の条件ならびに動作仕様書の仕様に従って使った場合、Microchip 社製品のセキュリティ レベルは、現在市場に流通している同種製品の中でも最も高度であると考えています。
- Microchip 社はその知的財産権を重視し、積極的に保護しています。Microchip 社製品のコード保護機能の侵害は固く禁じられており、デジタル ミレニアム著作権法に違反します。
- Microchip 社を含む全ての半導体メーカーで、自社のコードのセキュリティを完全に保証できる企業はありません。コード保護機能とは、Microchip 社が製品を「解読不能」として保証するものではありません。コード保護機能は常に進化しています。Microchip 社では、常に製品のコード保護機能の改善に取り組んでいます。

本書および本書に記載されている情報は、Microchip 社製品を設計、テスト、お客様のアプリケーションと統合する目的を含め、Microchip 社製品に対してのみ使う事ができます。それ以外の方法でこの情報を使う事はこれらの条項に違反します。デバイス アプリケーションの情報は、ユーザの便宜のためにのみ提供されるものであり、更新によって変更となる事があります。お客様のアプリケーションが仕様を満たす事を保証する責任は、お客様にあります。その他のサポートは Microchip 社正規代理店にお問い合わせ頂くか、<https://www.microchip.com/en-us/support/design-help/client-support-services> をご覧ください。

Microchip 社は本書の情報を「現状のまま」で提供しています。Microchip 社は明示的、暗黙的、書面、口頭、法定のいずれであるかを問わず、本書に記載されている情報に関して、非侵害性、商品性、特定目的への適合性の暗黙的保証、または状態、品質、性能に関する保証をはじめとするいかなる類の表明も保証も行いません。

いかなる場合も Microchip 社は、本情報またはその使用に関連する間接的、特殊的、懲罰的、偶発的または必然的損失、損害、費用、経費のいかににかかわらず、また Microchip 社がそのような損害が生じる可能性について報告を受けていた場合あるいは損害が予測可能であった場合でも、一切の責任を負いません。法律で認められる最大限の範囲を適用しようとも、本情報またはその使用に関連する一切の申し立てに対する Microchip 社の責任限度額は、使用者が当該情報に関連して Microchip 社に直接支払った額を超えません。

Microchip 社の明示的な書面による承認なしに、生命維持装置あるいは生命安全用途に Microchip 社の製品を使う事は全て購入者のリスクとし、また購入者はこれによって発生したあらゆる損害、クレーム、訴訟、費用に関して、Microchip 社は擁護され、免責され、損害をうけない事に同意するものとします。特に明記しない場合、暗黙的あるいは明示的を問わず、Microchip 社が知的財産権を保有しているライセンスは一切譲渡されません。

Microchip 社の品質管理システムについては www.microchip.com/quality をご覧ください。

商標

Microchip 社の名称とロゴ、Microchip ロゴ、Adaptec、AVR、AVR ロゴ、AVR Freaks、BesTime、BitCloud、CryptoMemory、CryptoRF、dsPIC、flexPWR、HELDO、IGLOO、JukeBlox、KeeLoq、Kleer、LANCheck、LinkMD、maxStylus、maxTouch、MediaLB、megaAVR、Microsemi、Microsemi ロゴ、MOST、MOST ロゴ、MPLAB、OptoLyzer、PIC、picoPower、PICSTART、PIC32 ロゴ、PolarFire、Prochip Designer、QTouch、SAM-BA、SenGenuity、SpyNIC、SST、SST ロゴ、SuperFlash、Symmetricom、SyncServer、Tachyon、TimeSource、tinyAVR、UNI/O、Vectron、XMEGA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

AgileSwitch、APT、ClockWorks、The Embedded Control Solutions Company、EtherSynch、Flashtec、Hyper Speed Control、HyperLight Load、Libero、motorBench、mTouch、Powermite 3、Precision Edge、ProASIC、ProASIC Plus、ProASIC Plus ロゴ、Quiet-Wire、SmartFusion、SyncWorld、Temux、TimeCesium、TimeHub、TimePictra、TimeProvider、TrueTime、ZL は米国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

Adjacent Key Suppression、AKS、Analog-for-the-Digital Age、Any Capacitor、AnyIn、AnyOut、Augmented Switching、BlueSky、BodyCom、Clockstudio、CodeGuard、CryptoAuthentication、CryptoAutomotive、CryptoCompanion、CryptoController、dsPICDEM、dsPICDEM.net、Dynamic Average Matching、DAM、ECAN、Espresso T1S、EtherGREEN、GridTime、IdealBridge、In-Circuit Serial Programming、ICSP、INICnet、Intelligent Paralleling、IntelliMOS、Inter-Chip Connectivity、JitterBlocker、Knob-on-Display、KoD、maxCrypto、maxView、memBrain、Mindi、MiWi、MPASM、MPF、MPLAB Certified ロゴ、MPLIB、MPLINK、MultiTRAK、NetDetach、Omniscient Code Generation、PICDEM、PICDEM.net、PICKit、PiCtail、PowerSmart、PureSilicon、QMatrix、REAL ICE、Ripple Blocker、RTAX、RTG4、SAM-ICE、Serial Quad I/O、simpleMAP、SimpliPHY、SmartBuffer、SmartHLS、SMART-I.S.、storClad、SQL、SuperSwitcher、SuperSwitcher II、Switchtec、SynchroPHY、Total Endurance、Trusted Time、TSHARC、USBCheck、VariSense、VectorBlox、VeriPHY、ViewSpan、WiperLock、XpressConnect、ZENA は米国とその他の国における Microchip Technology Incorporated の商標です。

SQTP は米国における Microchip Technology Incorporated のサービスマークです。

Adaptec ロゴ、Frequency on Demand、Silicon Storage Technology、Symmcom はその他の国における Microchip Technology Incorporated の登録商標です。

GestIC は、その他の国における Microchip Technology Germany II GmbH & Co. KG (Microchip Technology Incorporated の子会社) の登録商標です。

その他の商標は各社に帰属します。

© 2023, Microchip Technology Incorporated and its subsidiaries.

All Rights Reserved.

ISBN: 978-1-6683-2436-3

序章

お客様へのご注意

どのような文書でも内容は時間と共に古くなります。本書も例外ではありません。Microchip 社のツールとマニュアルは、お客様のニーズを満たすために常に改良を重ねており、実際のダイアログやツールの内容が本書の説明とは異なる場合があります。最新文書は Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) をご覧ください。

文書は「DS」番号によって識別します。この識別番号は各ページのフッタのページ番号の前に表記しています。DS 番号の表記規則は「DSXXXXXXXXA」で、「XXXXXXXX」が文書番号、「A」が文書のリビジョンレベルを表しています。

開発ツールの最新情報は MPLAB® X IDE のオンラインヘルプで提供しています。[Help] メニューから [Topics] を選択すると、オンラインヘルプ ファイルのリストが表示されます。

はじめに

序章には、dsPIC33CK MP-A22 Qi 無線給電トランスミッタを使い始める前に知っておくと便利な一般情報を記載しています。主な内容は以下の通りです。

- [本書の構成](#)
- [本書の表記規則](#)
- [推奨参考資料](#)
- [Microchip 社のウェブサイト](#)
- [お客様サポート](#)
- [改訂履歴](#)

本書の構成

本書では、dsPIC33CK MP-A22 Qi 無線給電トランスミッタを各種アプリケーションに対する理想的なソリューションとして使う方法を説明します。本書の構成は以下の通りです。

- [「製品概要」](#) – dsPIC33CK MP-A22 Qi 無線給電トランスミッタに関する重要情報

本書の表記規則

本書には以下の表記規則を適用します。

本書の表記規則

表記	意味	例
Arial、MS ゴシックフォント：		
二重かぎカッコ：『』 太字	参考資料	『MPLAB® IDE ユーザガイド』
	テキストの強調	... は 唯一 のコンパイラです ...
角カッコ：[]	ウィンドウ名	[Output] ウィンドウ
	ダイアログ名	[Settings] ダイアログ
	メニューの選択肢	[Enable Programmer] を選択
かぎカッコ：「」	ウィンドウまたはダイアログのフィールド名	「Save project before build」
右山カッコ (>) で区切り、 角カッコ ([]) で囲んだ 下線付きテキスト	メニューパス	[File] > [Save]
角カッコ ([]) で囲んだ太字の テキスト	ダイアログのボタン	[OK] をクリックする
	タブ	[Power] タブをクリックする
N'Rnnnn	Verilog 形式の数値 (N は総桁数、R は基数、 n は各桁の値)	4'b0010, 2'hF1
山カッコ (< >) で囲んだ テキスト	キーボードのキー	<Enter>、<F1> を押す
Courier New フォント		
標準書体の Courier New	サンプル ソースコード	#define START
	ファイル名	autoexec.bat
	ファイルパス	c:\mcc18\h
	キーワード	_asm, _endasm, static
	コマンドライン オプション	-Opa+, -Opa-
	ビット値	0, 1
	定数	0xFF, 'A'
斜体 Courier New	変数の引数	<i>file.o</i> (<i>file</i> は有効な 任意のファイル名)
角カッコ：[]	オプションの引数	mcc18 [options] <i>file</i> [options]
中カッコとパイプ 文字：{ }	どちらかの引数を選択する場 合 (OR 選択)	errorlevel {0 1}
省略記号：...	繰り返されるテキスト	var_name [, var_name...]
	ユーザが定義するコード	void main (void) { ... }

推奨参考資料

本書には dsPIC33CK MP-A22 Qi 無線給電トランスミッタの使い方を記載しています。以下の文書にも役に立つ情報が記載されています。Microchip 社が提供する以下の文書を推奨します。

**『300 W Wireless Power Transfer Reference Design User’s Guide』
(DS50003149)**

Microchip 社のウェブサイト

Microchip 社は自社が運営するウェブサイト (www.microchip.com) を通してオンラインサポートを提供しています。当ウェブサイトでは、お客様に役立つ情報やファイルを簡単に見つけ出せます。インターネット ブラウザから以下の内容をご覧ください。

- **製品サポート** – データシートとエラッタ、アプリケーション ノートとサンプル プログラム、設計リソース、ユーザガイドとハードウェア サポート文書、最新のソフトウェアと過去のソフトウェア
- **一般的技術サポート** – よく寄せられる質問 (FAQ)、技術サポートのご依頼、オンライン ディスカッション グループ、Microchip 社のコンサルタント プログラム メンバーの一覧
- **Microchip 社の事業** – プロダクト セレクタガイドとご注文案内、プレスリリース、セミナーとイベントの一覧、営業所の一覧

顧客変更通知サービス

Microchip 社のお客様向け変更通知サービスは、お客様に Microchip 社製品の最新情報をお届けするサービスです。ご興味のある製品ファミリまたは開発ツールに関する変更、更新、リビジョン、エラッタ情報をいち早くメールにてお知らせします。

Microchip 社のウェブサイト (www.microchip.com) にアクセスし、[Product Change Notification] からご登録ください。

お客様サポート

Microchip 社製品をお使いのお客様は、以下のチャンネルからサポートをご利用頂けます。

- 正規代理店
- 技術サポート

サポートは正規代理店にお問い合わせください。

技術サポートは以下のウェブページからもご利用頂けます。
<http://www.microchip.com/support>

改訂履歴

リビジョン A (2023 年 2 月)

- 本書は初版です。

NOTE:

第 1 章 製品概要

1.1 はじめに

Microchip 社の Qi トランスミッタは、15 W USB-PD 対応無線給電トランスミッタの機能、特長、性能を実証します。このトランスミッタは可変入力電圧、可変周波数 / デューティ サイクルの MP-A22 回路方式に基づいています。Qi インバータ段の制御とフロントエンド USB-PD (Power Delivery) 制御回路とのインターフェイスには dsPIC33CK DSC(デジタルシグナルコントローラ) が利用されています。ソフトウェアベースの設計により、効率、充電エリア、Z 距離、FOD(異物検出) 等、無線給電システムの主要な機能を最適化する高度な柔軟性を提供します。ソフトウェアベースのトランスミッタ設計により、トランスミッタが Microchip 社の dsPIC33CK デバイスベースのレシーバと結合した時に独自の通信パケットを追加できます。これにより、レシーバとトランスミッタ間でカスタマイズされたデータパケットをやり取りできます。また、dsPIC33CK デバイスのアーキテクチャでは、Bluetooth®、NFC 等の追加のソフトウェアスタックを Qi スタックと効果的に統合する事もできます。

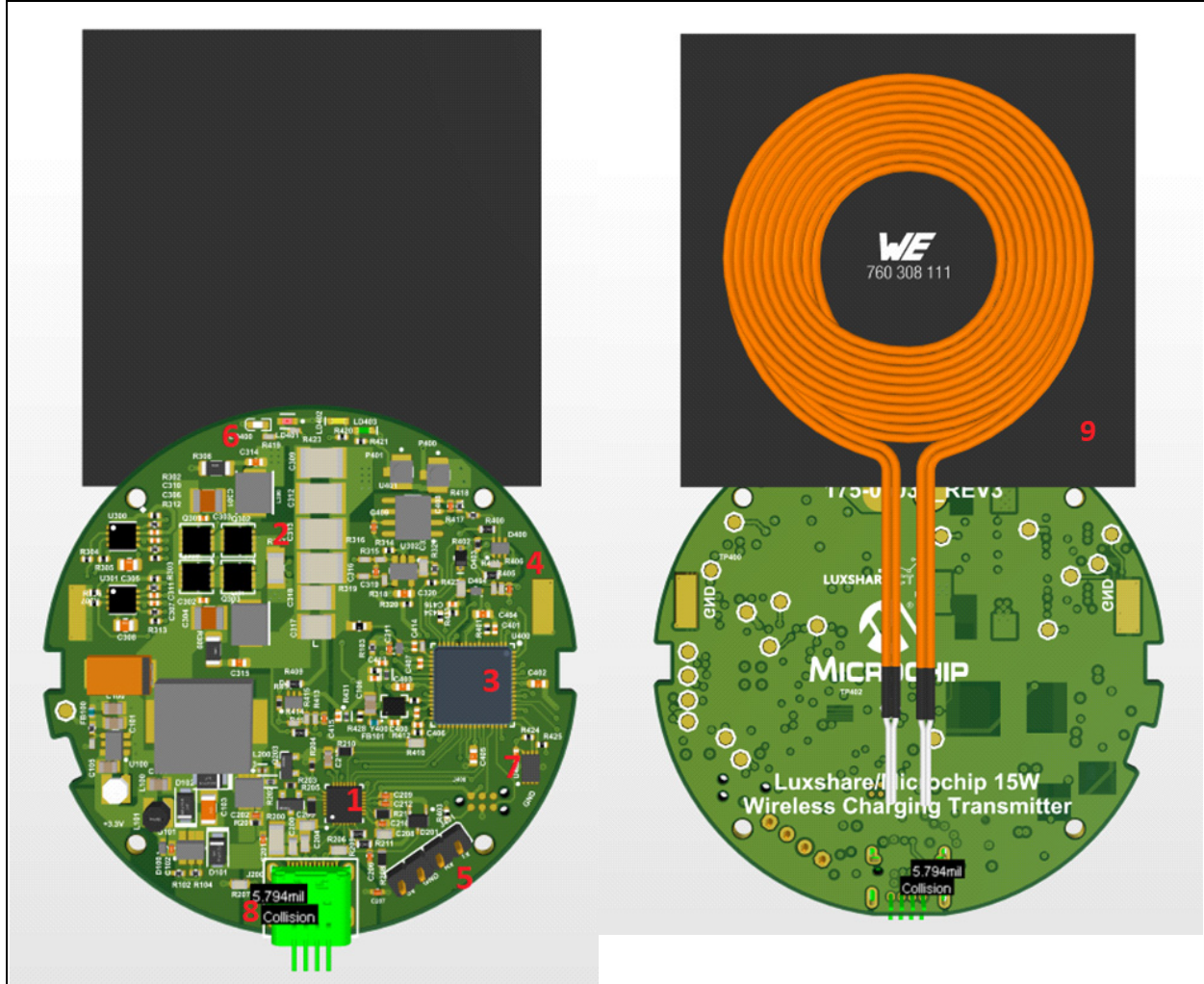
給電トランスミッタ (PTx) には、フルブリッジ インバータに接続された USB-PD コントローラの UPD350B が含まれます。この USB-PD 回路は外部の USB 電源に接続されます。この USB-PD 回路は DSC とのインターフェイスを備えています。DSC は USB-PD スタックを実行してその出力電圧を制御します。USB-PD の出力はフルブリッジ インバータに入力されます。フルブリッジ インバータは 1 次側コイルに接続し、最大 15 W の出力電力を供給します。この出力電力は MP-A22 制御回路方式に基づいて USB-PD 入力電圧とフルブリッジ インバータの周波数 / デューティ サイクルを制御する事で調整されます。レシーバと USB-PD 電源の電力供給能力に応じて、ブリッジへの入力電圧は 5 V、9 V、または 12 V に設定されます。DSC はトランスミッタの RMS 電流を使ってレシーバからの誤差帰還を制御し、レシーバの出力電圧を制御する PID 制御ループを実装しています。レシーバの出力電圧は周波数を 110 ~ 148 kHz の間で変化させる事で制御されます。周波数が 148 kHz の上限に達すると、デューティ サイクルを 10 ~ 50% の間で変化させます。

設計では、127.7 kHz の固定周波数で動作する Apple 社の高速充電をサポートしています。Apple 社のスマートフォンを検出するたびに、制御が固定周波数、可変デューティ サイクルモードに切り換わります。出力レシーバの電力は、インバータのデューティ サイクルを 5 V の固定 USB-PD 出力電圧で 10 ~ 50% に制御する事によって最大 7.5 W に制御されます。

1.1.1 パワー トランスミッタの特長

- Qi v1.3 仕様に準拠
- BPP (Baseline Power Profile) 5 W と EPP (Extended Power Profile) 15 W のレシーバをサポート
- 低スタンバイ電力 < 200 mW
- 複数の高速充電実装 (Apple 社、Samsung 社等) をサポート
- 校正済みの電力損失と計測された Q ファクタによる異物検出
- 複数のレシーバ変調タイプをサポート : AC 容量性と AC/DC 抵抗性
- Qi 1.3 対応のセキュア ストレージ サブシステムを内蔵
- レポート / デバッグ用の UART-USB 通信インターフェイス
- 動作ステータス用 LED
- 温度センサ入力
- UPD-350B USB-PD コントローラ
- 車載グレードの設計

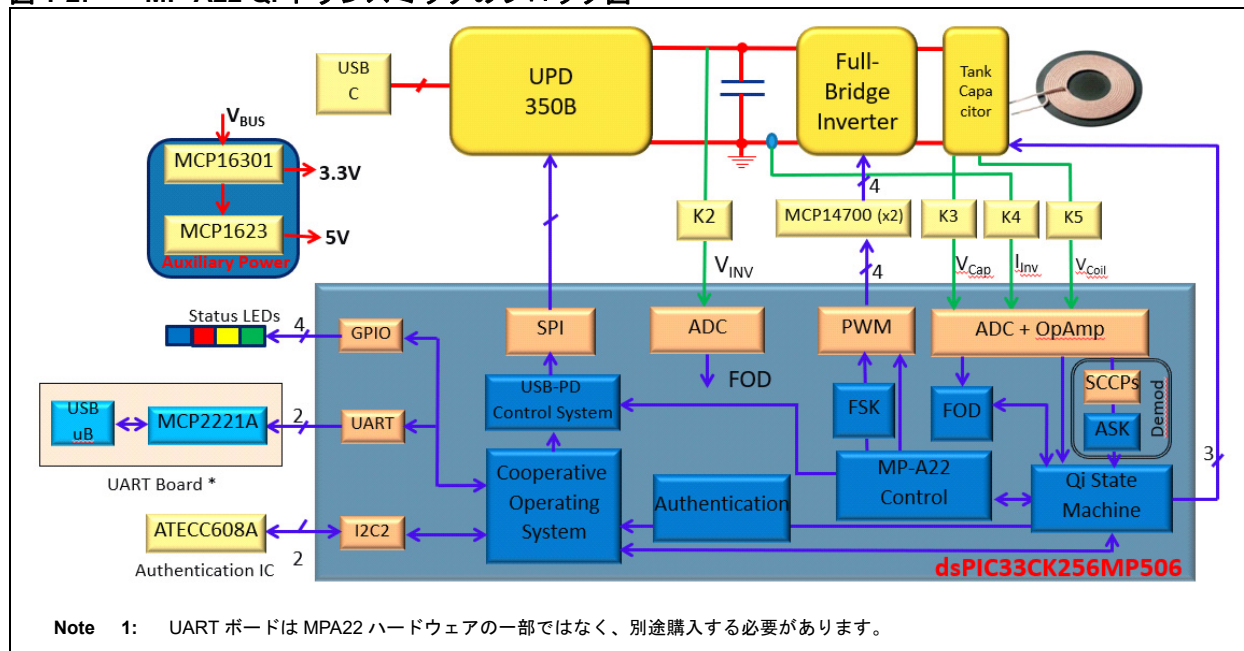
図 1-1: トランスミッタ開発ボード上の主要なコンポーネント



Microchip 社の MP-A22 Qi トランスミッタ開発ボードの主要コンポーネント / 回路は以下の通りです。

1. UPD-350B USB-PD コントローラ
2. フルブリッジインバータ MOSFET とタンク回路
3. dsPIC33CK マイクロコントローラ
4. 復調回路と帰還回路
5. UART-USB インターフェイス
6. ステータス インジケータ LED
7. WPC でプロビジョニングされた ATECC608A 認証デバイス
8. USB-C 入カコネクタ
9. トランスミッタ コイル

図 1-2: MP-A22 Qi トランスミッタのブロック図



各国の営業所とサービス

南北アメリカ

本社
2355 West Chandler Blvd.
Chandler, AZ 85224-6199
Tel: 480-792-7200
Fax: 480-792-7277
技術サポート :
<http://www.microchip.com/support>
URL:
www.microchip.com

アトランタ
Duluth, GA
Tel: 678-957-9614
Fax: 678-957-1455

オースティン, TX
Tel: 512-257-3370

ボストン
Westborough, MA
Tel: 774-760-0087
Fax: 774-760-0088

シカゴ
Itasca, IL
Tel: 630-285-0071
Fax: 630-285-0075

ダラス
Addison, TX
Tel: 972-818-7423
Fax: 972-818-2924

デトロイト
Novi, MI
Tel: 248-848-4000

ヒューストン, TX
Tel: 281-894-5983

インディアナポリス
Noblesville, IN
Tel: 317-773-8323
Fax: 317-773-5453
Tel: 317-536-2380

ロサンゼルス
Mission Viejo, CA
Tel: 949-462-9523
Fax: 949-462-9608
Tel: 951-273-7800

ローリー, NC
Tel: 919-844-7510

ニューヨーク, NY
Tel: 631-435-6000

サンノゼ, CA
Tel: 408-735-9110
Tel: 408-436-4270

カナダ - トロント
Tel: 905-695-1980
Fax: 905-695-2078

アジア / 太平洋

オーストラリア - シドニー
Tel: 61-2-9868-6733

中国 - 北京
Tel: 86-10-8569-7000

中国 - 成都
Tel: 86-28-8665-5511

中国 - 重慶
Tel: 86-23-8980-9588

中国 - 東莞
Tel: 86-769-8702-9880

中国 - 広州
Tel: 86-20-8755-8029

中国 - 杭州
Tel: 86-571-8792-8115

中国 - 香港 SAR
Tel: 852-2943-5100

中国 - 南京
Tel: 86-25-8473-2460

中国 - 青島
Tel: 86-532-8502-7355

中国 - 上海
Tel: 86-21-3326-8000

中国 - 瀋陽
Tel: 86-24-2334-2829

中国 - 深圳
Tel: 86-755-8864-2200

中国 - 蘇州
Tel: 86-186-6233-1526

中国 - 武漢
Tel: 86-27-5980-5300

中国 - 西安
Tel: 86-29-8833-7252

中国 - 厦門
Tel: 86-592-2388138

中国 - 珠海
Tel: 86-756-3210040

アジア/太平洋

インド - バンガロール
Tel: 91-80-3090-4444

インド - ニューデリー
Tel: 91-11-4160-8631

インド - プネ
Tel: 91-20-4121-0141

日本 - 大阪
Tel: 81-6-6152-7160

日本 - 東京
Tel: 81-3-6880-3770

韓国 - 大邱
Tel: 82-53-744-4301

韓国 - ソウル
Tel: 82-2-554-7200

マレーシア - クアラルンプール
Tel: 60-3-7651-7906

マレーシア - ペナン
Tel: 60-4-227-8870

フィリピン - マニラ
Tel: 63-2-634-9065

シンガポール
Tel: 65-6334-8870

台湾 - 新竹
Tel: 886-3-577-8366

台湾 - 高雄
Tel: 886-7-213-7830

台湾 - 台北
Tel: 886-2-2508-8600

タイ - バンコク
Tel: 66-2-694-1351

ベトナム - ホーチミン
Tel: 84-28-5448-2100

欧州

オーストリア - ヴェルス
Tel: 43-7242-2244-39
Fax: 43-7242-2244-393

デンマーク - コペンハーゲン
Tel: 45-4485-5910
Fax: 45-4485-2829

フィンランド - エスポー
Tel: 358-9-4520-820

フランス - パリ
Tel: 33-1-69-53-63-20
Fax: 33-1-69-30-90-79

ドイツ - ガーヒンク
Tel: 49-8931-9700

ドイツ - ハーン
Tel: 49-2129-3766400

ドイツ - ハイムロン
Tel: 49-7131-72400

ドイツ - カールスルーエ
Tel: 49-721-625370

ドイツ - ミュンヘン
Tel: 49-89-627-144-0
Fax: 49-89-627-144-44

ドイツ - ローゼンハイム
Tel: 49-8031-354-560

イスラエル - ラーナナ
Tel: 972-9-744-7705

イタリア - ミラノ
Tel: 39-0331-742611
Fax: 39-0331-466781

イタリア - バドヴァ
Tel: 39-049-7625286

オランダ - ドリュエネン
Tel: 31-416-690399
Fax: 31-416-690340

ノルウェー - トロンハイム
Tel: 47-7288-4388

ポーランド - ワルシャワ
Tel: 48-22-3325737

ルーマニア - ブカレスト
Tel: 40-21-407-87-50

スペイン - マドリッド
Tel: 34-91-708-08-90
Fax: 34-91-708-08-91

スウェーデン - ヨーテボリ
Tel: 46-31-704-60-40

スウェーデン - ストックホルム
Tel: 46-8-5090-4654

イギリス - ウォーキンガム
Tel: 44-118-921-5800
Fax: 44-118-921-5820