

- **世界初のUltra Widebandに適した小型超広帯域バンドパスフィルターの開発に成功**
- 平成15年9月17日

独立行政法人通信総合研究所(理事長:飯田尚志、以下CRL)は、大同特殊鋼株式会社(社長:高山剛)、東京工業大学 西方敦博助教授と共同でUWB無線システムに適用できるマイクロ波・ミリ波帯の次世代通信用小型超広帯域バンドパスフィルターの開発に世界で初めて成功しました。

## <背景>

近年、無線通信においても高速化に対する要求は顕著であり、例えば、数百Mbit/秒の高速通信を実現するUWB(Ultra Wideband)無線システムやマイクロ波・ミリ波帯を利用して数十から百Mbit/秒の高速通信を目指す次世代移動通信システム等がその実用化・商用化に向けて検討が進められています。

UWB無線システムでは、情報信号自身をパルスとして送受信するため、伝送するパルスはあらゆる周波数成分から成り立つことから、既存サービスに干渉を与える可能性があり、放射レベルを規制する必要があります。このためには、バンドパスフィルターが必要になりますが、SAWフィルターなど従来使用されているバンドパスフィルターでは、UWB無線システムのような極めて広い帯域をカバーすることができませんでした。また、オフィス内や家庭内の無線ネットワークに使用できるよう小型化された超広帯域バンドパスフィルターもありませんでした。

## <本研究成果の特徴>

CRLでは、UWB無線システムのみでなく、全ての広帯域無線通信システム用に大同特殊鋼、東京工業大学と共に大同特殊鋼が持つ磁性粉末技術をもとにバンドパスフィルターの研究開発を行ってきました。

今回開発をしたバンドパスフィルターは、20mm×50mm×1mmのサイズで、通過帯域幅は3.1GHzから10.6GHzという広帯域性を持ち、群遅延特性も帯域内で $0.4 \pm 0.2$ ナノ秒(10億分の1秒)という、良好な特性を示しています。また、この通過帯域幅は米連邦通信委員会(FCC)によってUWB無線システム用に規制されている帯域幅以内に収まっています。また、この通過帯域幅の下限として100MHz程度は実現できており、上限は原理的には60GHz程度までは実現可能です。さらに、このバンドパスフィルターに1Gbit/秒のパルス信号を通し、エラーフリーで伝送することに成功しております。

## <今後の発展>

本バンドパスフィルターの開発の成功により、数百MHzから数GHzの帯域幅をもつ次世代超広帯域マイクロ波・ミリ波帯無線通信帯通信を実現する小型無線通信コンポーネントの実用化への第一歩を確立しました。今後は、UWB無線システムのみならず他の無線通信システムに対しての本バンドパスフィルターの有効性について検討を行う予定です。本研究成果は、2003年電子情報通信学会ソサイエティ大会(9月25日、新潟大学、講演番号SA3-11およびSA3-12)およびIEEE Conference on Ultra Wideband Systems and Technologies(11月16～19日、Virginia Hyatt Regency Reston)で発表する予定です。また平成15年末ごろより、特定のユーザーを対象に、サンプル配布を計画しております。

## <お問い合わせ先>

横須賀無線通信研究センター新世代モバイル研究開発プロジェクト  
ワイヤレスアクセスグループ 原田博司 TEL:0468-47-5074

大同特殊鋼株式会社技術開発研究所電磁材料研究部  
磁性材料研究チーム 齋藤 章彦、入山 恭彦 TEL:052-611-9424  
企画室 松井良文 TEL:052-611-2522



従来システムに比較して、大幅な高速化が期待されるUWB無線システムの有力な方式として、“搬送波”と呼ばれる高周波に変調して送受信する搬送波無線通信技術を用いず、伝送すべき情報信号自身をパルスとして送受信する方式があります。これは、従来使用されていた変調処理が不要となり、コストパフォーマンスに優れた回路設計ができる可能性がある一方、伝送するパルスはあらゆる周波数成分をもつために現状サービスを行っている無線周波数帯にも干渉を与える可能性があります。このため、米国においては米連邦通信委員会(FCC)によって例えばマイクロ波帯の場合は3.1～10.6GHzでかつ決められた放射レベルで出力するよう規制されています。

このような3.1～10.6GHzという周波数帯域のみに制限して電波を送信し、また、受信側においても当該周波数帯域のみから情報を得るためには、バンドパスフィルターが必要になります。しかし、SAWフィルターなど従来使用されているバンドパスフィルターにおいては、使用する中心周波数に対して数10%という非常に狭い帯域をカバーするフィルターしかなくUWB無線システムのように極めて広い帯域をカバーできるバンドパスフィルターはありませんでした。また、オフィス内や家庭内の無線ネットワーク等いたるところで通信を行いたいというユビキタス時代の要求に十分応えることができるよう小型化された超広帯域バンドパスフィルターもありませんでした。

今回開発をしたバンドパスフィルター(商品名『サフィーユ(Safi-U)』)は、大同特殊鋼がもつ磁性体粉末により作られた高周波成分をカットするローパスフィルタ機能を内在した損失基板上に分布定数線路を形成することによって構築された20mm×50mm×1mmのフィルターです。そしてこのフィルターの通過帯域幅は3.1GHzから10.6GHzという広帯域で、群遅延特性も帯域内で0.4±0.2ナノ秒(10億分の1秒)という、良好な特性を示しています。また、この通過帯域幅はFCCによってUWB無線システム用に規制されている帯域幅以内に収まっています。このような特性をもつフィルタは現存しておらず世界最先端のものといえます。また、この通過帯域幅の下限として100MHz程度は実現できており、上限は原理的には60GHz程度までは実現可能です。さらに、このバンドパスフィルターに1ギガビット/秒のパルス信号を通し、エラーフリーで伝送することに成功しております。

このUWB無線システムは政府のe-Japan II計画においても早期実現が指摘され、総務省においてもその規格化の検討が進められています。今回開発したバンドパスフィルターは米国のみならず日本で整理されるUWB無線システムに対しても十分対応可能です。今後は米国のみならず日本での規格化の検討成果に適合したバンドパスフィルターの設計、開発も行う予定です。

## <用語解説>

### UWB無線システム:

非常に広帯域な周波数幅(数GHz～数十GHz程度)を使用する無線システムであり、主に比帯域幅=(帯域幅)/(中心周波数)で20%以上を使用するものがそう呼ばれます。このUWB無線システムの有力な方式として信号波自身をパルスとして送受信する伝送方式を利用したものがあり、特徴としては、従来使用されていた変調処理が不要となり、コストパフォーマンスに優れた回路設計を可能とすること、超広帯域を使用しているため、従来の狭帯域無線通信に比べ帯域依存が少なく、良好な特性を示すこと、が挙げられます。また、現在、最も普及している2.4GHz帯無線LANにおいては、通信速度が11Mbpsと低速なため、今後予想されるコンテンツの大容量化に備えるには通信速度の高速化が求められています。UWB無線システムにおいてはパルスでそのまま送受信等を行うため、データ伝達速度を高めることが可能となり、GPSのような位置情報の測定、位置を検出するレーダー、高速な近距離無線通信などに利用されることが期待されています。

### 米連邦通信委員会(FCC):

Federal Communications Commission(アメリカの連邦通信委員会)の略称。通信機器に関する規制の策定、許認可を行う米政府の組織の一つです。

### バンドパスフィルター:

必要な周波数帯域の信号波のみを通過させるためのフィルターのことを言います。誘電体フィルターや表面弾性波(SAW)フィルターがよく用いられます。

### マイクロ波:

周波数が3GHz～30GHzの電波。UWBのWPAN(Wireless Personal Area Network)では3.1GHz～10.6GHzの利用が検討されています。

### 群遅延:

基本波と高調波からなる波形が回路素子を通過するときの遅延特性。UWB信号は基本波と多くの高調波から構成されていて、フィルタのような素子にこのような波形が通過するとき、通過後の基本波と高調波との間の遅延量が一定して伝送することが必要です。どのような素子も信号の通過で遅延を伴いますが、遅延があっても基本波も高調波も同じ遅延時間なら波形のくずれはなく、それぞれの遅延時間がずれると波形がくずれることになり、この群遅延特性はフィルタ能力を評価する上で大変重要なパラメータとなっています。



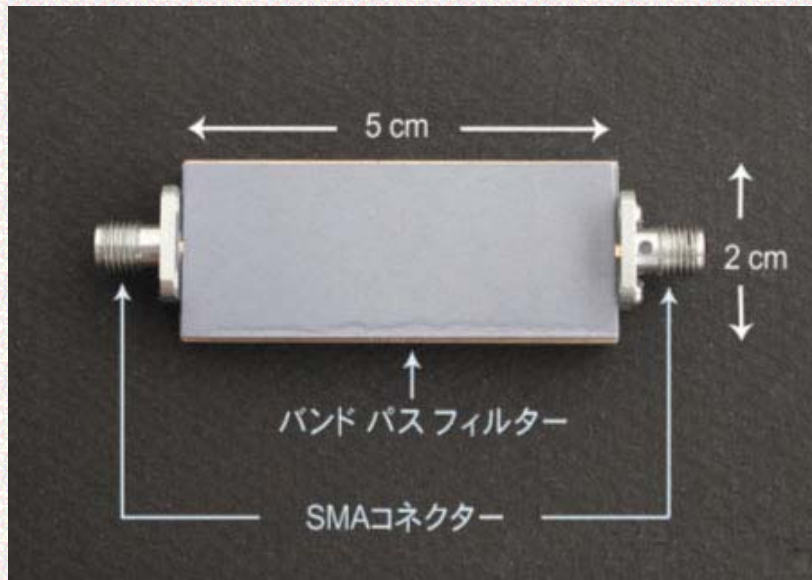


図1 コネクタをつけたバンドパスフィルタ

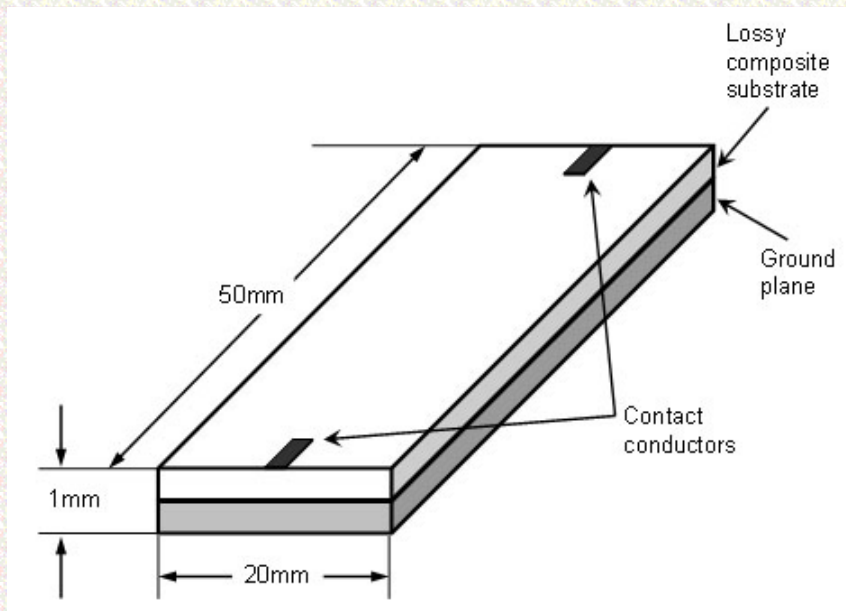


図2 バンドパスフィルタの外観図

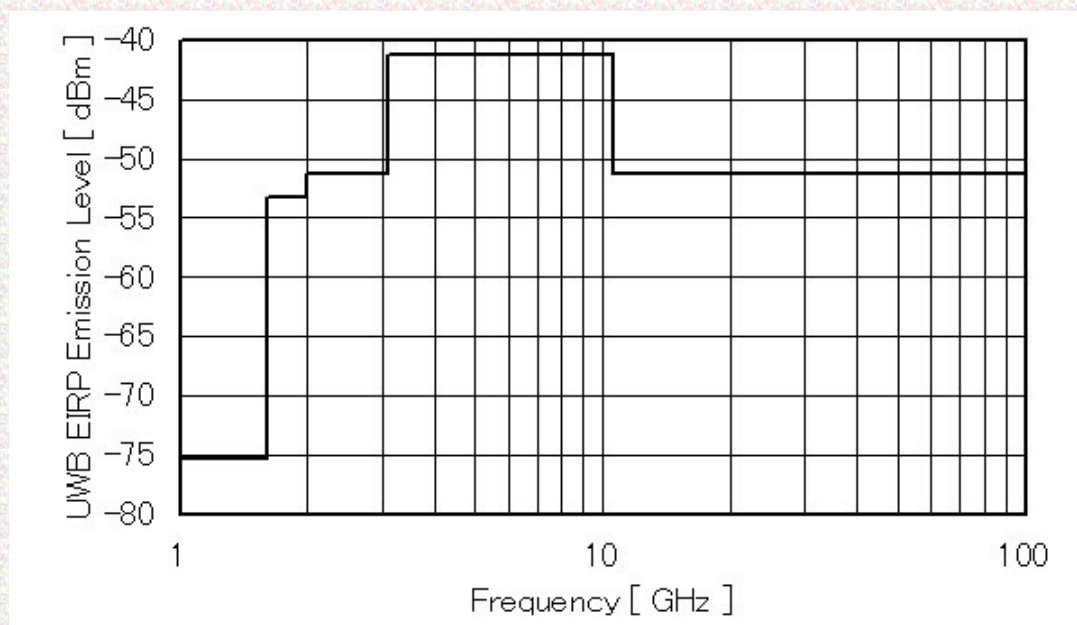


図3 米国連邦通信委員会 (FCC) Indoor規格: 2002年2月

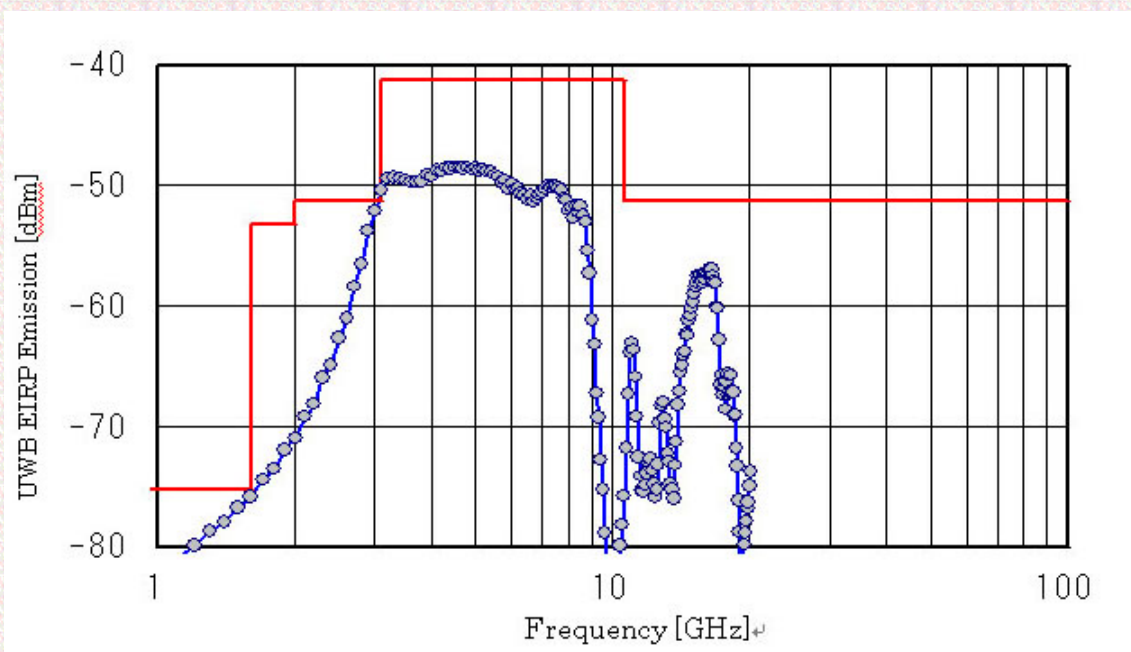


図4 FCC規制とバンドパスフィルター通過特性との対比)

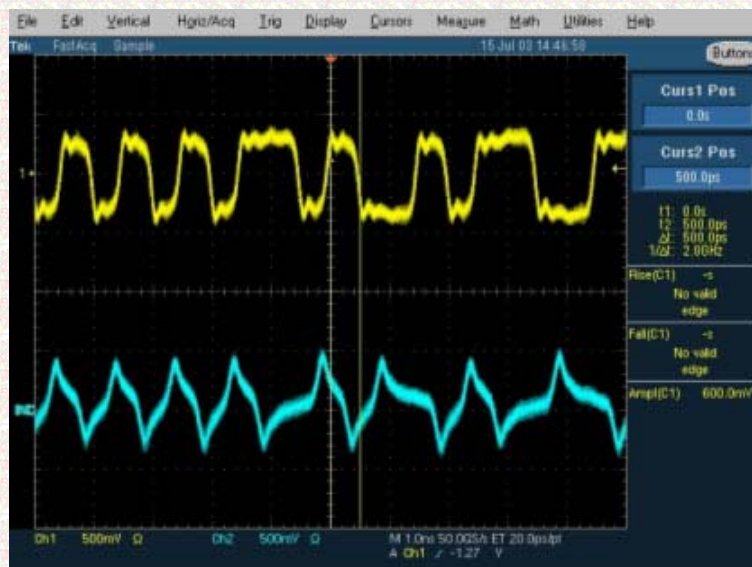


図5 1Gbpsのパルス信号(上)をSafi-Uに通した場合の伝送特性 (ピークの位置は反転している。)