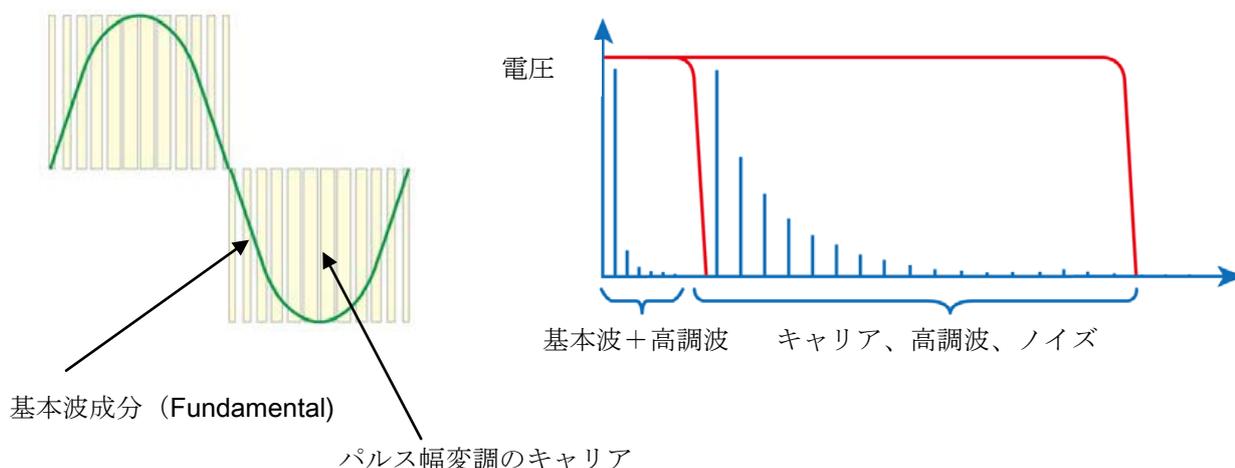


アプリケーション	対象機種	N4L 社製パワーアナライザ PPA シリーズ、 オシロスコープ、デジタルマルチメータ
革新的なシャント抵抗の構造技術で高精度電流測定を実現 (5 ページ)		

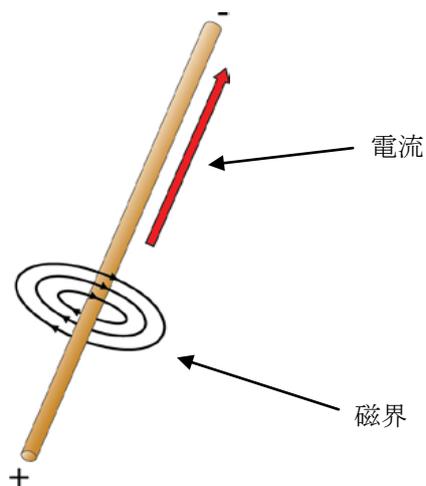
最新の電気電子システムデザインをするエンジニアにとって製品の電力変換効率を高精度に測定することが求められています。最近では、高効率化のために高周波スイッチングする傾向が強まり、PWM インバータではデューティの変化や、高 dv/dt のパルスの立ち上がり、立ち下がりにより高い周波数成分を持つ電圧信号を扱います。電流信号は、一般のインバータでは、基本波を主成分としています。が、パルスの変化と共に、ノイズが重畳されているケースが目立っています。



正確な電力量の結果を得るには、すべての周波数成分の電圧・電流信号を取り込まなければなりません。電力アナライザによっては、図の基本波 + 高調波の狭い帯域で限定された周波数範囲の上で高精度を達成しているだけですから、高い周波数成分の電力を測定することが困難です。正確な電力測定は、キャリア、キャリアの高調波、ノイズなどを含めた電圧、電流波形の取り込みが重要です。

電力測定のハードウェアデザイン

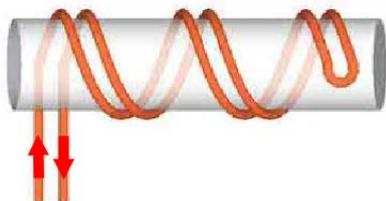
パワー測定を広帯域で高精度を達成するために、電圧入力と電流入力のハードウェアデザインが求められます。電力計測で議論される周波数範囲における電圧入力特性は、容量によって大きく影響されます。電流入力特性は、非常に低いシャント抵抗値が挿入されるとき、インダクタンスの影響を受けやすくなります。広い周波数範囲において電力測定することは、容量特性による電圧入力への影響と、誘導性の電流入力部への影響を考慮しなければなりません。たいてい、AC パワー測定は、非常に低い抵抗値とインダクタンス値の最小化によって最適化されます。シャント抵抗は、大電流になるほど、シャント抵抗値を低く取らなければなりません。コンポーネントには寄生的に誘導成分が現れるため、非常に大きな位相誤差も生じてしまいます。さらに、高い周波数になると誘導性インピーダンスが大きくなる傾向を示します。



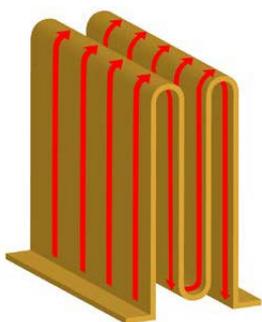
ここで、導体に電流が流れると、導体を通して電流の流れに対して、回転磁界をもたらす基本的な現象が現れます。抵抗性シャントは、寄生的な誘導成分により、振幅及び位相でエラーを持ちます。そこで、誘導成分を低くするには、隣接した回転磁界の中で反対の磁界変化によって打ち消し合い、低い誘導性を達成します。

優れた解決方法

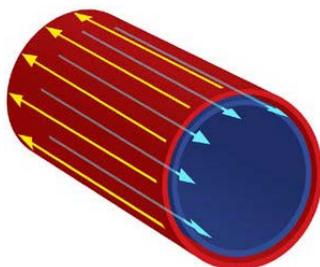
シャント抵抗の誘導成分を減らすために、電流の流れを反対方向に流れるような配線をするすると、磁界を打ち消し合います。ここで、誘導成分を減らすためのテクニック以下に紹介します。



この同軸抵抗は、平行した抵抗配線をしています。管の上に配線された抵抗線の電流は、入る方向と、出る方向に相対する電流の流れのように見えます。導体を流れる電流には回転磁界が生じ、折り返し点を境に入力と出力線は反対方向の磁界が生じ打ち消し合います。

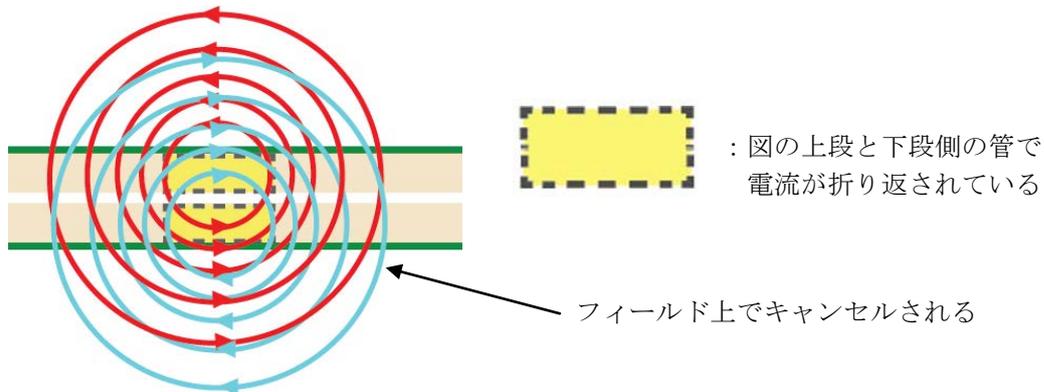


ここでは、波状の抵抗ホイルを示します。電流の流れにより回転磁界が生じますが、折り返し地点を境に、反対方向の磁界が生じ、磁界の打ち消しがホイル平面であります。この技術は、表面積を増やすことで、自然な冷却が得られません。



入出力配線は、一定間隔で折り返される同軸構造になっています。両端には、抵抗配線を結合するリンクが取り付けられています。非常に優れた方法ですが、機械的な複雑さにより高価となります。

もし、1つの流れに対して、折り返される配線が2層のパターン上で折り返される構造ならば、回転磁界は、非常に効果的な打ち消し合いが得られます。

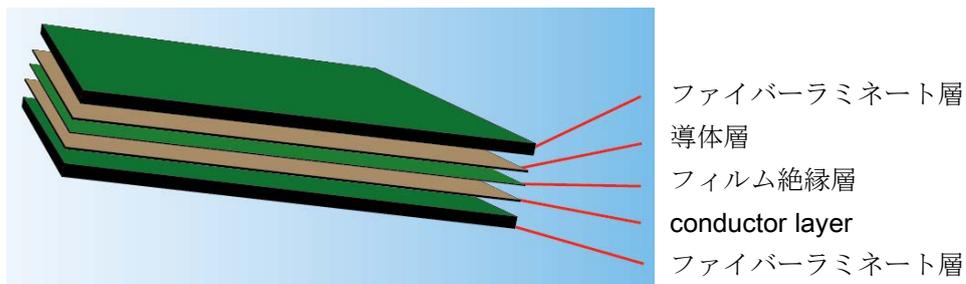


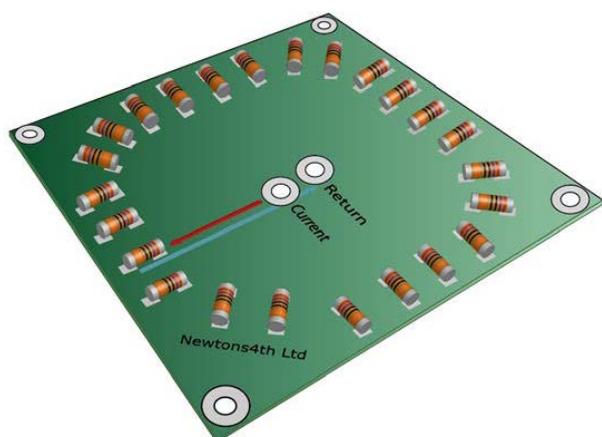
革新的な解決方法

同軸のシャント抵抗のデザインは、機械的に複雑なためコストアップとなるため、この技術は一般に使われておりませんでした。

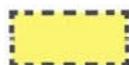
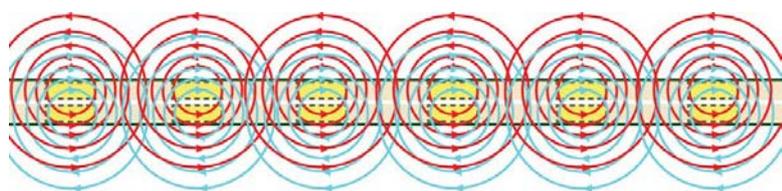
しかしながら、イギリスに本拠地を置く **Newton4th** 社は、パワー・アナライザで使用のために低コストと回転磁界を打ち消し合う効果を高めた構造を開発し、製品に搭載することが可能となりました。

シャント抵抗基板は、従来より厚いパターンで回転磁界の打ち消しを最適化するために、伝導体の間に薄い絶縁層を入れて外部の機械的強度を高めるためのファイバーラミネート加工をいたしました。





実際のシャント抵抗の簡易的な構造を示します。
図は、中央に配置された入出力部から周囲のシャント抵抗に配線されています。
各表面実装抵抗は、磁界が打ち消し合うような配線をしています。

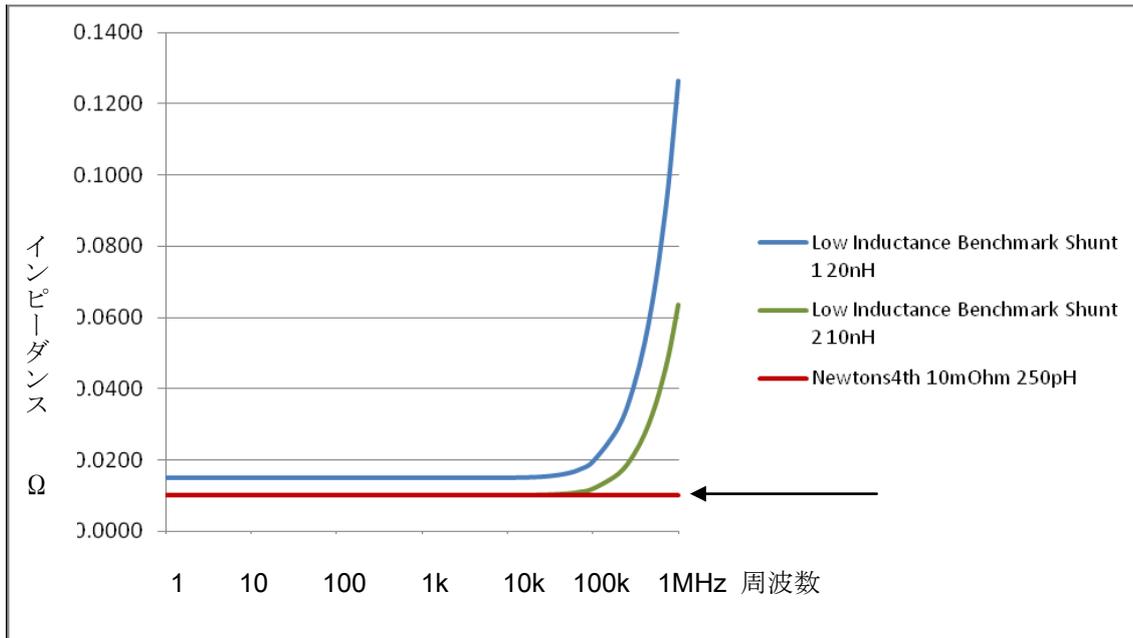


：電流経路は、シャント抵抗から中心に向い、ちょうど折り返されるように配線されています。

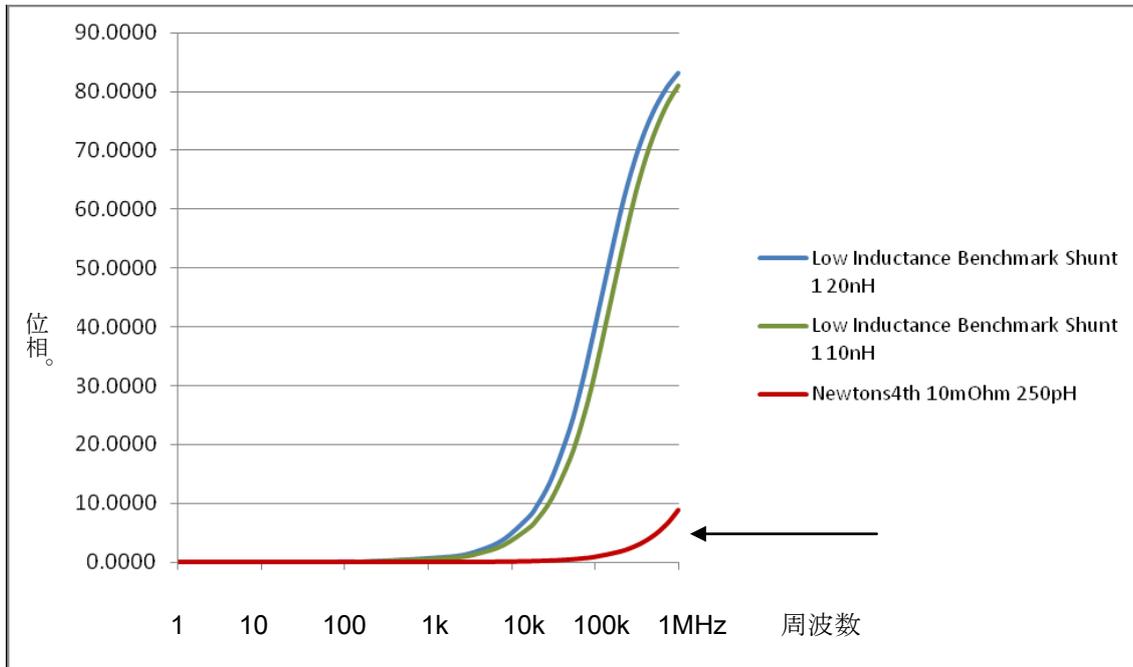
インピーダンスと位相特性

ここで、インピーダンスと位相特性を考えます。

他の低誘導性シャント抵抗と比較して、新しい **Newtons4th** 社の構造は、優れたインピーダンス対周波数特性をしめしているため、高精度を広い範囲で維持することができます。



シャント抵抗の周波数特性例



シャント抵抗の位相特性例

Shunt	Resistance	Inductance
Low Inductance Benchmark Shunt 1	15mOhms	20nH
Low Inductance Benchmark Shunt 2	10mOhms	10nH
Newton's4th Current Shunt	10mOhms	250pH