

電磁界シミュレーションの車載用マルチメディア機器 EMS ノイズ解析への活用

Electro-Magnetic Compatibility Simulation of Automotive Multimedia Systems

上田千寿

株式会社エーイーティー 技術部

概要

FIT 法(有限積分法)と呼ばれる時間領域系の電磁界シミュレータのアルゴリズムは矛盾のない論理的体系から成り立つ。PBA 法はメッシュの形状近似を改善する手法である。PBA を用いることで解の収束性と解析効率が劇的に改善される。そのシミュレーション技術(FIT, PBA)を用いて車載用マルチメディア機器の EMS ノイズ解析を行った。解析対象物へ平面波を照射して筐体の共振解析を行う方法である。その結果、GSM キャリア周波数帯域へ共振を起こす構造体があることが判明した。改善方法として共振する構造体へキャパシタンスを追加して GSM キャリアの周波数帯域から共振周波数を異なる周波数帯域へシフトさせることができた。これは現実の電磁干渉問題に対して電磁界シミュレータを用いて改善した実例である。

Abstract

FIT method algorithm of the electromagnetic field simulator of the time domain system called the (finite integral method) was introduced briefly. PBA method is a method to improve the shape approximation of the mesh. Convergence and analysis efficiency of the solution by using a PBA is dramatically improved. The simulation technology (FIT, PBA) was EMS noise analysis of multi-media system in the vehicle. The analysis object is irradiated with the plane wave is a method for performing resonance analysis of the chassis. As a result, that there is a structure that resonates to the GSM carrier frequency band was found. It was able to shift the resonance frequency from the GSM carrier frequency band by adding the capacitance to the structure to resonate as an improvement method. This is an example that was improved by using an electromagnetic field simulator for real electromagnetic interference problems.

1. 有限積分法とは

有限積分法は、積分形式の Maxwell 方程式を離散化することで名づけられた手法である。離散化したメッシュのエッジの電圧 e とメッシュ面の磁束 b を未知数とする。ファラデーの法則をメッシュ面で離散化すると(1) 左辺は電界(電圧)の面の境界で線積分した値となる。この値は、エッジの未知数の和で表すことができる。右辺は面を通過する磁束の時間微分である。(ドットで表す)なお、空間をメッシュ化することによる離散化誤差はあるが、定義されたメッシュにおける方程式の離散の過程では誤差は生じない。 e と b を未知数とすることにより、(1)から(2)への移行は積分の数学的な性質のみに基づく移行となり、すなわち連続から離散への移行に起因する誤差はない。代数和の係数+1, -1 をまとめて行列の C (離散

化した curl 演算子)とし、電界と磁界の未知数をそれぞれベクトル e と b を記述するとファラデーの法則を微分したものと良く似た式が得られる。

$$\text{Curl}\vec{E} = -\dot{\vec{B}}$$

同様にして FIT ですべての Maxwell 方程式を離散化し、コンパクトな行列式 (3) に表すことができる。行列演算子 C , \tilde{C} (もう 1 つ別の curl 演算子), S , \tilde{S} (もう 1 つ別の divergence 演算子)は, 1, -1, 0 のみを要素とする位相行列である。直交グリッドでは、FDTD と FIT は等価となる。[4]