

平成 27 年 6 月 29 日現在

機関番号：55402

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2011～2014

課題番号：23656246

研究課題名(和文)電子回路雑音の低減化を弾性振動により誘導する方法

研究課題名(英文)A trial for noise reduction by applying elastic vibration to electronic devices

研究代表者

梶原 和範(KAJIHARA, Kazunori)

広島商船高等専門学校・電子制御工学科・教授

研究者番号：10300617

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：電子デバイスで生じる雑音は測定器の精度を低下する大きな要素である。例えば基準電圧の変動は測定器でのアナログ-デジタル変換時に誤差を生じる大きな要素となる。このため基準電圧を安定化し低雑音化することは、測定や制御に有益である。低雑音化の手法として、電子デバイスに弾性振動を加えることで低雑音化が図れるかを判定する手法として、粉状の粒子の動きが振動に応じてどのように変化するかという観点から、雑音電圧の低減化の可能性を検討した。

研究成果の概要(英文)：The noise which caused by electronic devices degrade the accuracy and uncertainty of the measurements. For example, the fluctuation of the voltage reference causes error at the process of analog to digital signal conversion. Therefore it's useful for measurement and control that voltage reference has stabilized and been lower noise. A elastic scattering model that consists from potato starch and grain of rice set on a sieve is proposed. The possibility of the noise reduction would be considered from the angle how a movement of a floury particle changed according to the vibration.

研究分野：1計測工学

キーワード：基準電圧 雑音低減 弾性振動

様式 C - 19、F - 19、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

最近の電子回路の雑音の低減化は、主に通信機器や情報機器において問題となる高周波雑音の発生や伝播の抑制に主眼が置かれている。他方、増幅器における雑音の低減化も、振幅や位相の相関を利用した統計確率的な手法が用いられることが多くなっている。本研究は雑音の発生する半導体内部の状態に擾乱を加えることにより雑音の低減化を図ろうとするもので、電子回路の雑音低減化に関して広汎に貢献しうるものと考えた。

2. 研究の目的

雑音の発生する半導体内部の状態に擾乱を加えることにより雑音の低減化を図ろうとするもので、いわゆる内部雑音の低減化という内容について、これに関連する研究を見聞したことはなく、電子回路の雑音低減化に関して広汎に貢献しうるものと考えている。機械的な振動の印加による電子デバイスにおける雑音低減の効果を調査する。結晶中の電子伝導に均一性が与えられ、ひいては雑音の低減化に結びつくのではないかと考えている。効果が見いだせれば、デバイス中に振動発生機構を組み込めばよく、広汎な利用が可能である。

3. 研究の方法

(1) ツェナーダイオードに対して圧電振動子により振動を印加すると、直流電圧であるツェナー電圧に含まれる雑音成分のFFT解析結果は、励振周波数付近で僅かではあるが振動のない場合と比較してパワースペクトルの減衰が認められた。これが本研究の端緒となった事象である。結晶中の電子の運動を逐一追跡し、新デバイスを開発する役目は量子デバイスの研究者の成果に期待することとし、ランダムさを低減する手法がないか検討した。

(2) これまで、釘を格子状に配置した平面上で鋼球を散乱させて、半導体結晶中の電子の運動をイメージするための検討を行った(図1、2)。

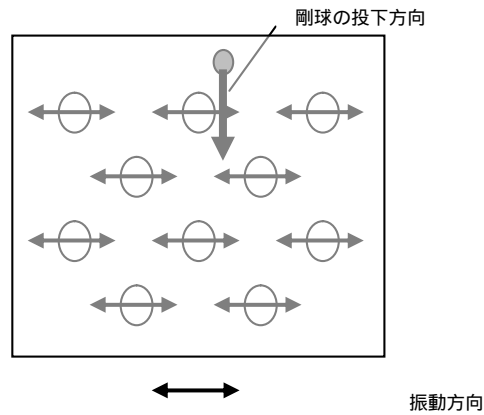


図2 格子の振動方向(水平方向)

剛球には半径約5.5mm、質量3gのカーボン合金球を用いた。格子は水平方向18mm、垂直方向10mmで1列ごとに9mmずらして配置した釘で構成される(図3)。格子はクランク機構により往復運動を行い、格子の振動振幅は定位から正負20mm、周波数は2.5Hz程度とした。鋼球は格子中央部の一箇所から落下させ、格子下端の通過位置を約1cmの区画に分割して振動による散乱の程度を調査した。落下させた球数は、2500個で縦軸はその個数を示す。

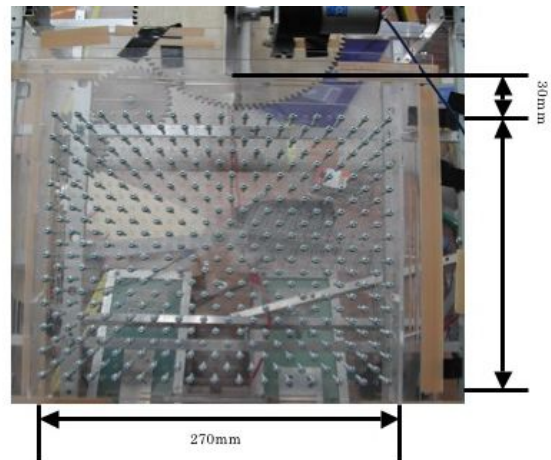


図3 格子の配列

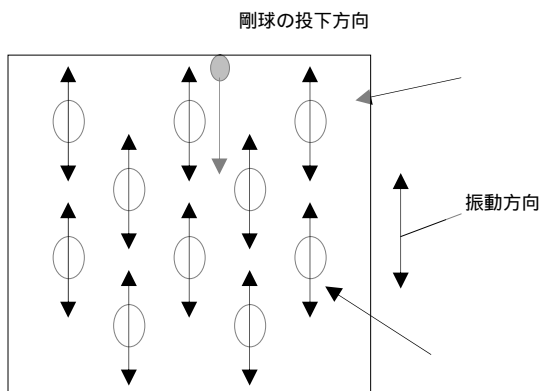


図1 格子の振動方向(垂直方向)

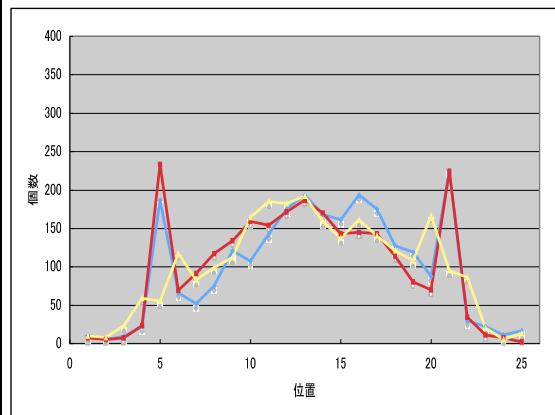


図4 格子端部中央から落下させた分布

水平方向に格子を振動した場合（黄線）、図4に示すように通過位置が垂直（赤線）及び振動なしの固定（青線）の場合より均一化された。一方、図3の格子に対し同時に横一列14個を落下させ、開始点の位置による散乱の影響を確認した（図5）。水平方向に格子を振動した場合（黄線）に垂直振動と固定の場合よりも分布が均一化する傾向が見られた。

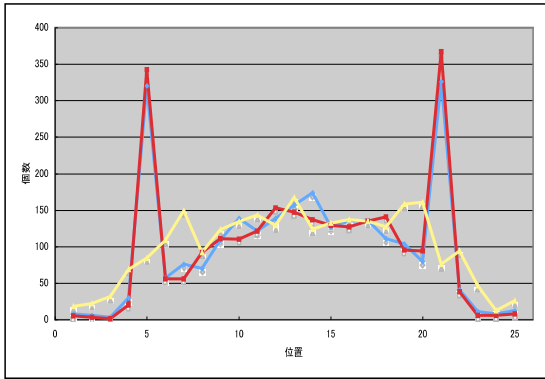


図5 格子端部から一斉落下させた分布

格子の振動が垂直方向の場合、剛球の重力による運動方向と向きが合致するため水平方向に弾かれる割合が増え、位置番号5と21にピークが生じた。以上の結果をもとに、ふるい器から振り落とされる片栗粉の密度の均一性を調査する。均一に片栗粉を撒くには、ふるい器に米粒を加えて振り落とせば良いことが経験的に知られている。クランク機構を用いた場合に問題となる接触部の掛かりと軸ぶれによる装置全体の揺動を避けるために直動システムを使用する。2組の直動システムを用いて2軸の可動軸を有する加振機を構成し、粉の分布状態を光学的に検出することで、振動の効果の評価する。

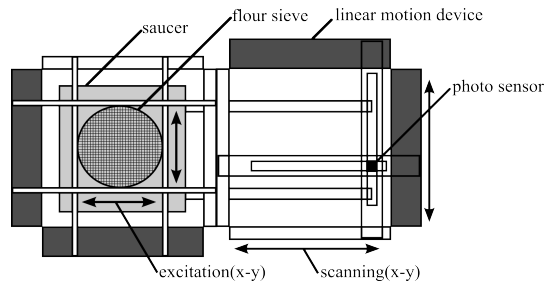


図6 片栗粉の落下分布測定

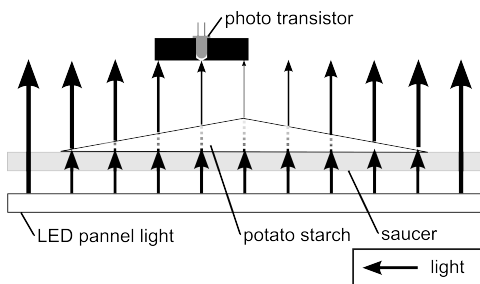


図7 光強度による落下分布測定

(3) 振動を加える手法は圧電振動子を利用し、基準電圧に利用されるツェナーダイオードの出力電圧を周波数解析する。圧電振動子が発する雑音に関しては、差分によって除去して効果を調べる。

4. 研究成果

片栗粉の落下実験装置には直動システムを用いた。粉の振り落しに最適な振幅及び周波数の事前選定には困難があり、予算に伴う枠をもとに300mm/sの移動速度を持ち繰り返サイクルが5Hzに相当する機器を選択した。図8、図9に示すように2軸の振動を実現するように設計したために、2つの軸間の同期を取る調整が厳しく、結果としてふるい器を乗せるフレームの歪みが発生し、振動速度が設定通りに実現できていない。そこで、今後一軸に限定した駆動を行い、分布状態を調査する。研究期間にわたり、振動装置の選定・設計と製作に時間を要した。そのため、研究計画で設定した研究計画の一部しか実行できていない。今後、振動装置の調整を行うと共に雑音電圧の評価も継続して行って結果を公表する予定である。



図8 片栗粉の落下分布測定装置



図9 光強度による落下分布測定

5．主な発表論文等
(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)
西原正継、中国地区高専研究発表会、宇部高専、2015年5月2日

〔その他〕

6．研究組織

(1)研究代表者

梶原 和範 (KAJIHARA, Kazunori)
広島商船高等専門学校・電子制御工学科・教授
研究者番号：10300617

(2)研究協力者

丸山 真弘 (MARUYAMA, Masahiro)
広島商船高等専門学校・技術支援セター・技術専門職員