

付 録

A. ソリトンの分岐

ソリトンの分岐実験を、入力電圧1.5[V]、入力周波数2.2[MHz]、バイアス電圧1.5[V]として行った。回路図をFig. A-1に示す。分岐点は54段である。このときのソリトンの振幅の変化をFig. A-2に示す。分岐によって振幅は減少するが、線路抵抗による減少の度合は分岐をさせないときの振幅の減少曲線とよくにている。なお、Fig. A-3に伝搬波形を示す。2つに分岐された線路を伝搬するソリトンに歪などはなく、また2つのソリトンは全く同じものだと判断できる。

B. インダクタンスの理論

コイルを製作する際指標となるインダクタンスの理論的導出方法を示す。

理想的なインダクタンス L_c は、 μ を透磁率、 m を長岡係数として

$$L_c = m \mu \pi \frac{(RN)^2}{l}$$

で求められる。ただし、 R はコイルの直径、 l はコイルの導線を巻いた長さ、 N は巻数である。ところが実際のコイルでは l が無限長でないために L_c とはならず、補正をする必要がある。その補正分は

$$\Delta L = \mu RN (G + H)$$

$$\text{ただし、 } G = \frac{4}{5} - \log 2 \frac{P}{\delta}$$

となる。ここで H は実験的に求められている補正係数で、 P は巻数のピッチ、 δ は巻線の直径である。ピッチ P は

$$P = l / N$$

である。

結局求めたいLは、

$$L = L_c + \Delta L$$

$$= \mu R N \left\{ \pi m \frac{RN}{l} + \frac{5}{4} - \log \left(2 \frac{1}{N \delta} \right) + H \right\}$$

である。

なお、本研究に用いた手巻コイルのインダクタンスの実測値は、ここに示した理論によって計算した値より、平均約12%大きい。これは、比透磁率を理論計算に含まなかったことと、巻線のエナメルによってピッチが狂ったことによると考えられる。

C. 横浜国立大方式の手巻コイル

”ソリトン物理入門”の著者である渡辺慎介先生がソリトンの実験に用いた手巻コイルの製作方法を示す。抵抗を減らすため巻線は1 [mm]以上の極太エナメル線を用い、完全な空心にするためボルトにエナメル線を巻き付けた後ボルトを抜く。この方法だとインダクタンスの調整が容易だが、一方インダクタンスが狂う可能性もある。

D. 回路の終端について

Fig. 2-1には記していないが、実際には直流電圧源に直列に大きな抵抗値のボリュームを挿入して実験を行った。これは直流電圧源の内部抵抗を大きくし、終端抵抗の微調整を容易にするためである。

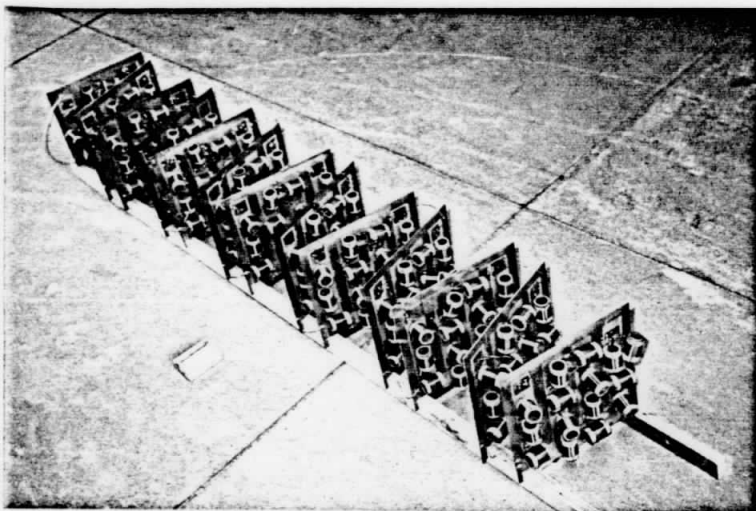


Photo2-1. non-linear LC ladder circuit.

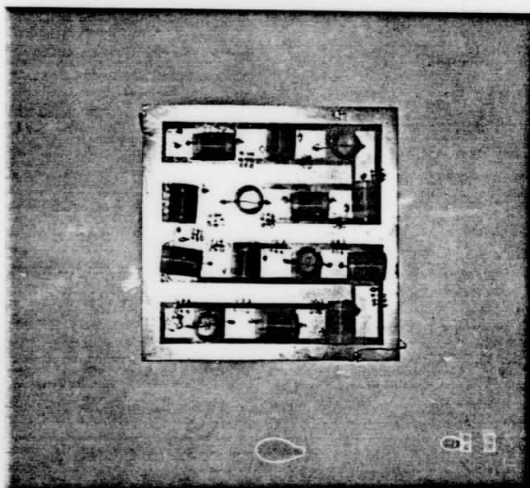


Photo2-2. A piece of non-linear LC ladder circuit.

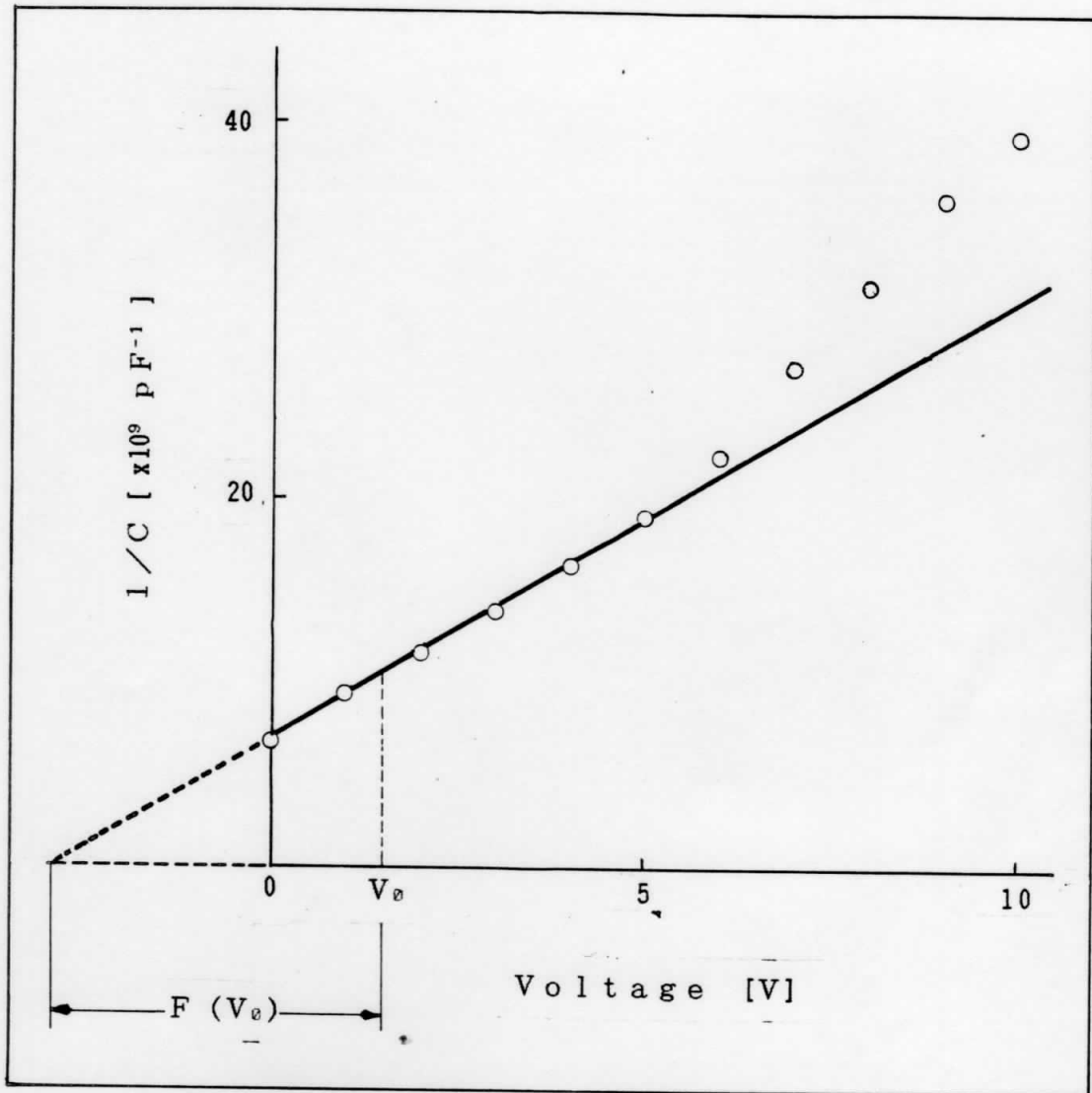


Fig. 1-1. Characteristic of variable capacitance.

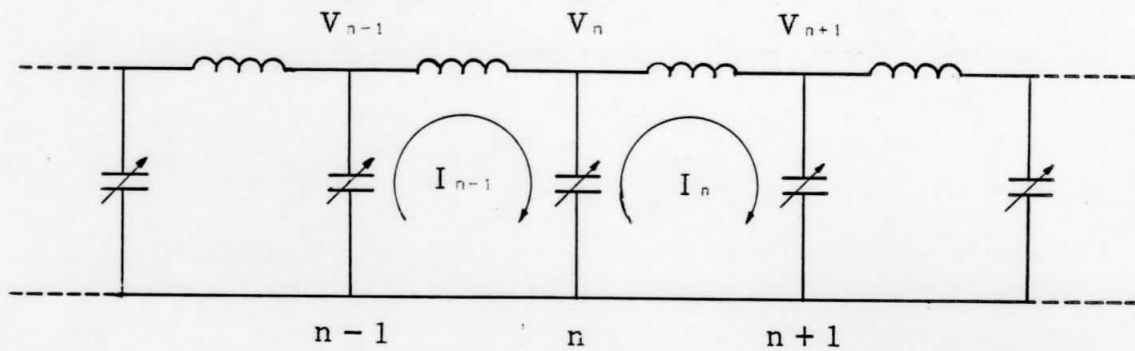


Fig. 1-2. Non-linear L-C ladder circuit.

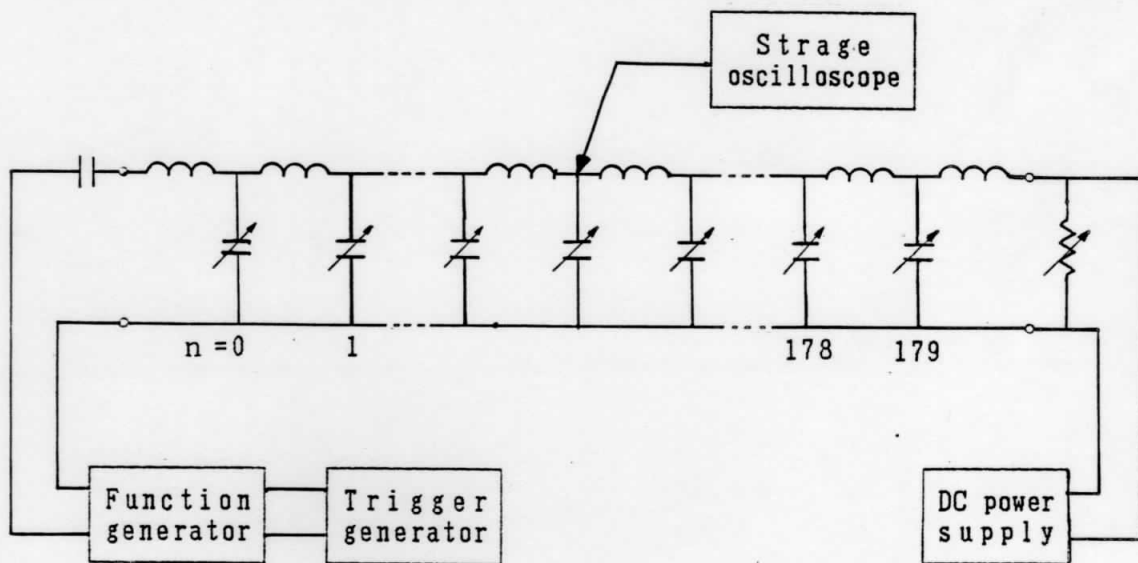


Fig. 2-1. Non-linear L-C ladder circuit.

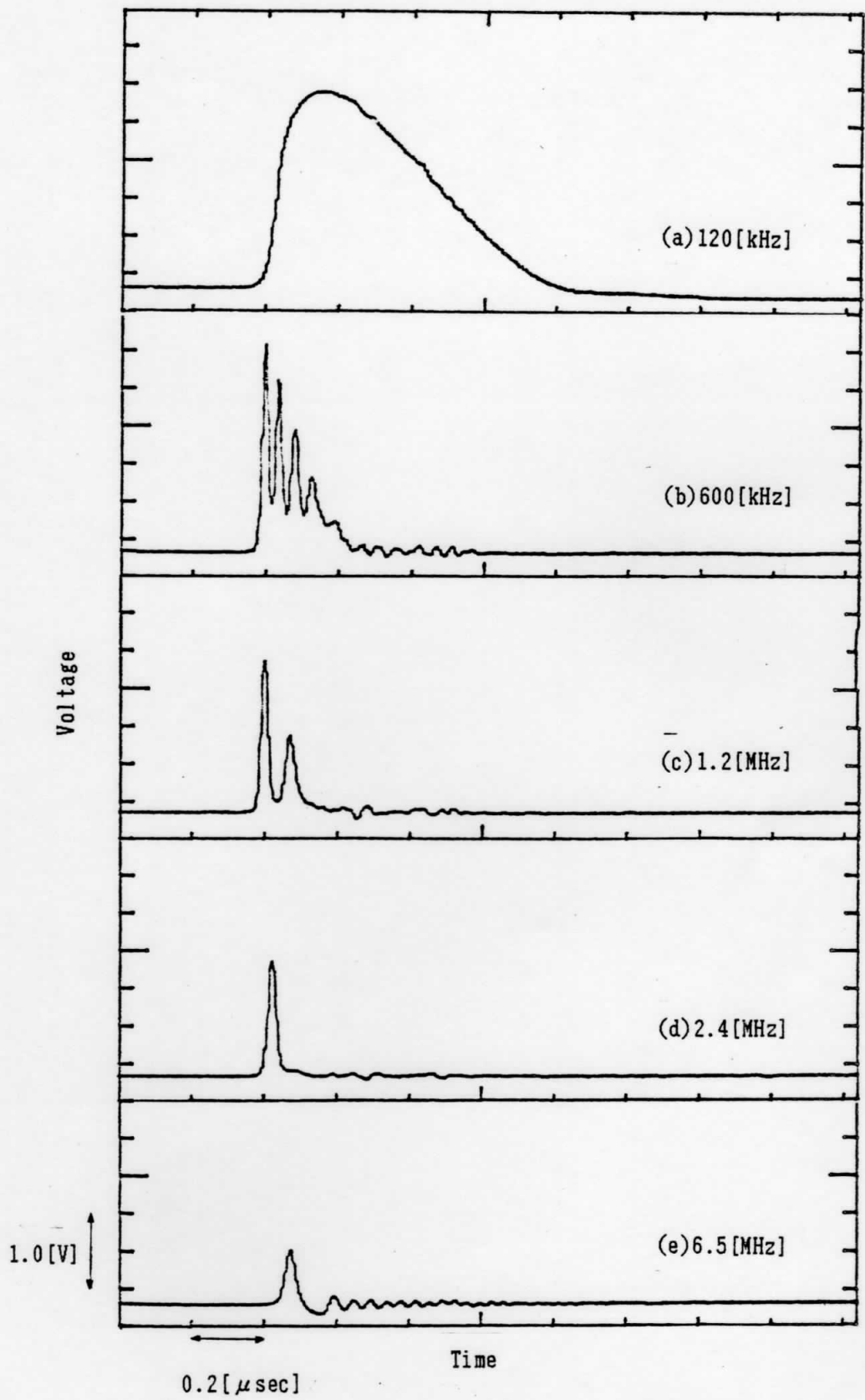


Fig. 3-1. Change of waveform by frequency.
 $V_i=3[V]$ 、 $V_0=1.5[V]$ 、 $n=150$

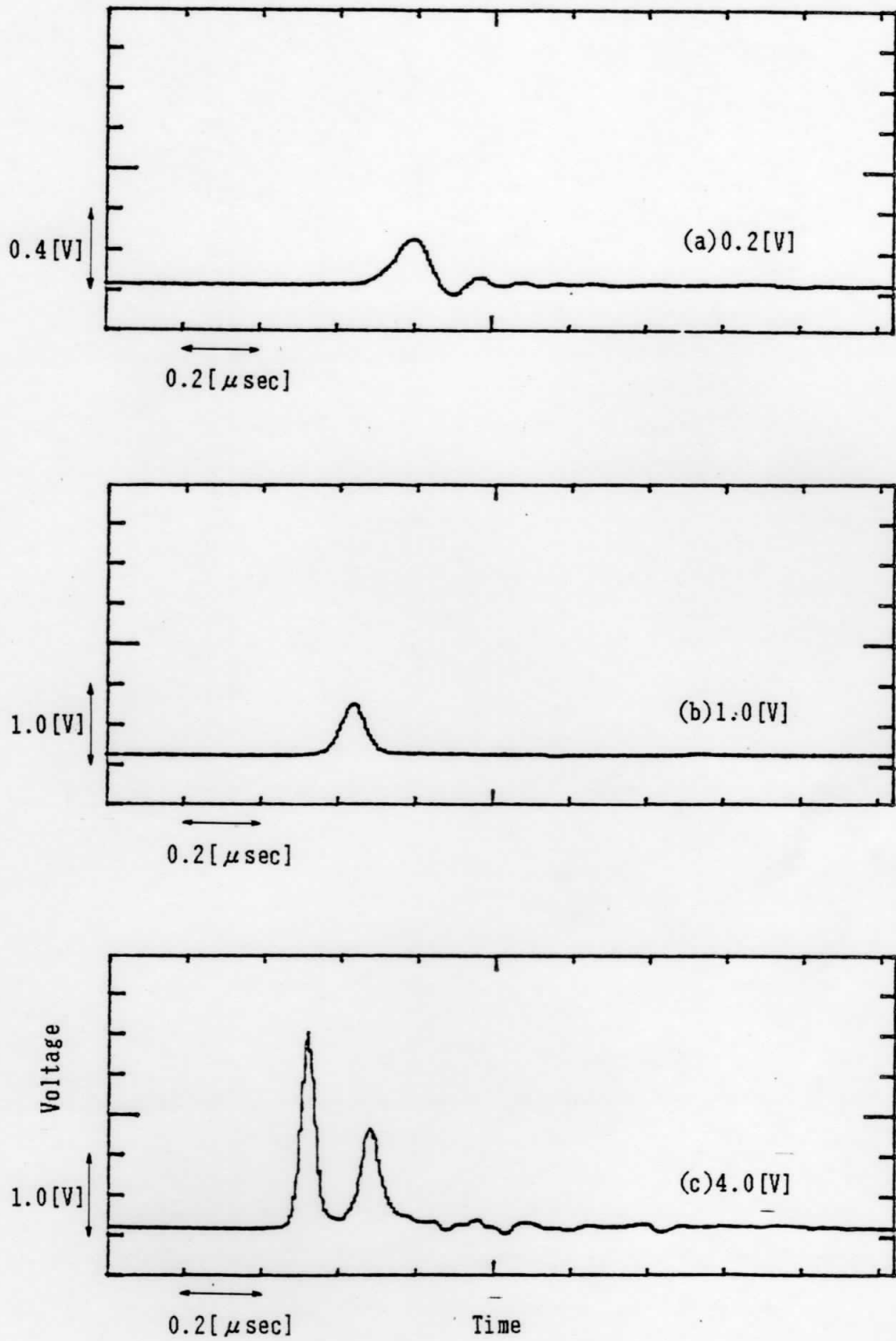


Fig. 3-2. Change of waveform by input voltage.
 $f_i = 1.5[\text{MHz}]$, $V_0 = 1.5[\text{V}]$, $n = 150$

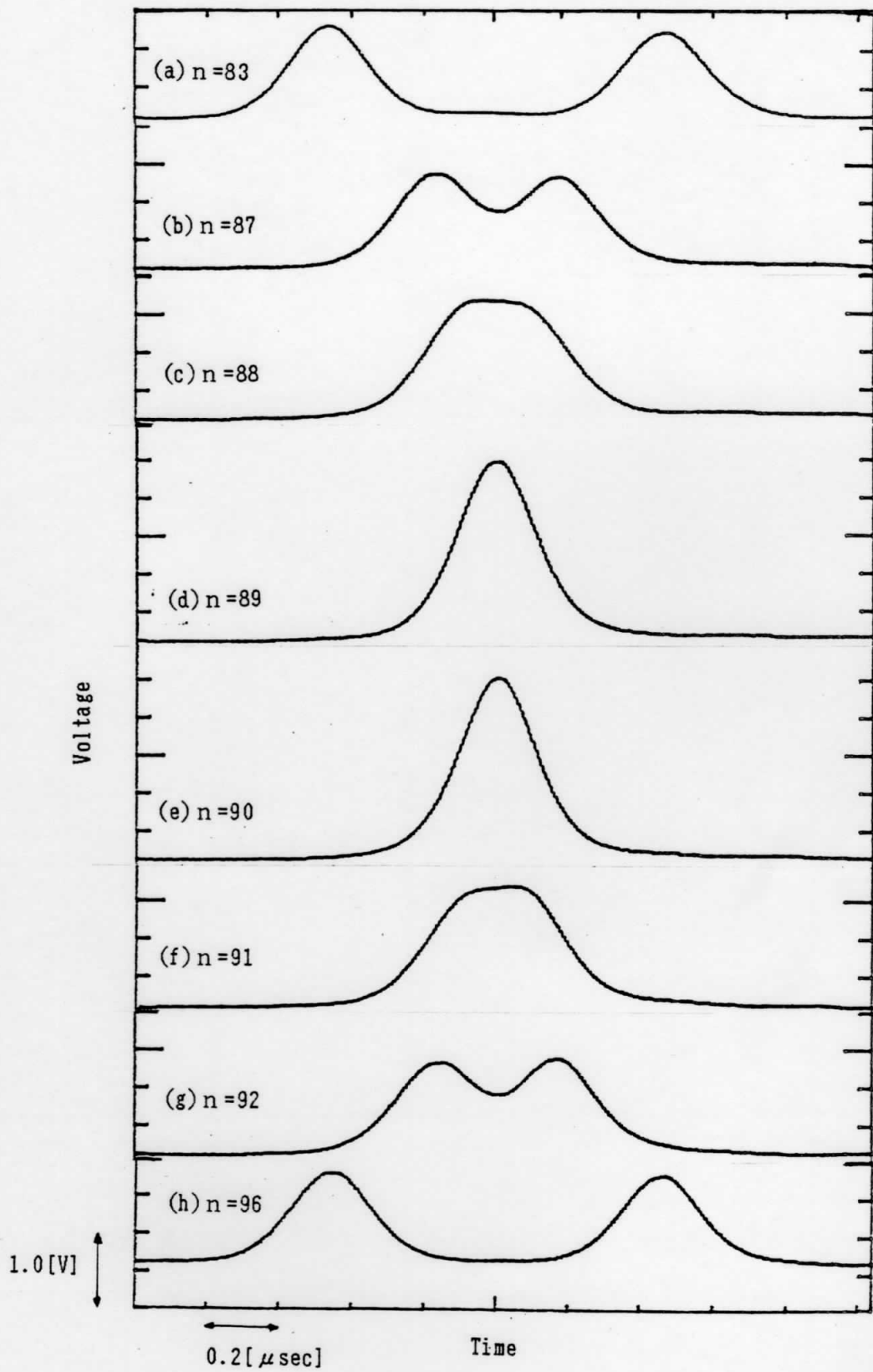


Fig. 4-1. A head-on collision with two solitons.
 $V_i=1.5[\text{V}]$, $f_i=1.7[\text{MHz}]$, $V_0=1.5[\text{V}]$

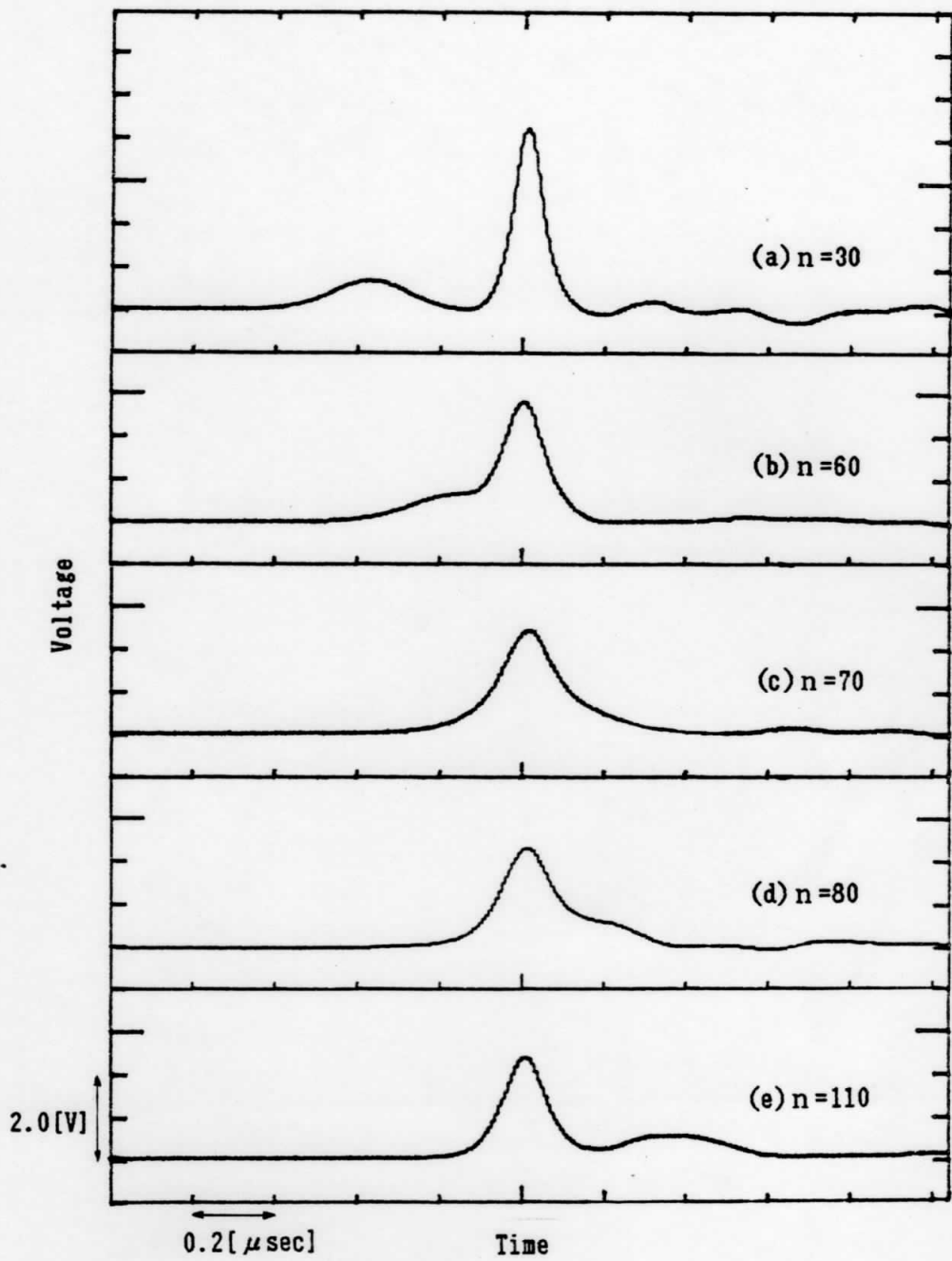


Fig.4-2. Outstripping a small soliton by a large one.

Large soliton : $V_1=5.7[V]$ 、 $f_1=4.0[MHz]$ 、 $V_0=2.5[V]$

Small soliton : $V_1=1.3[V]$ 、 $f_1=2.4[MHz]$ 、 $V_0=2.5[V]$

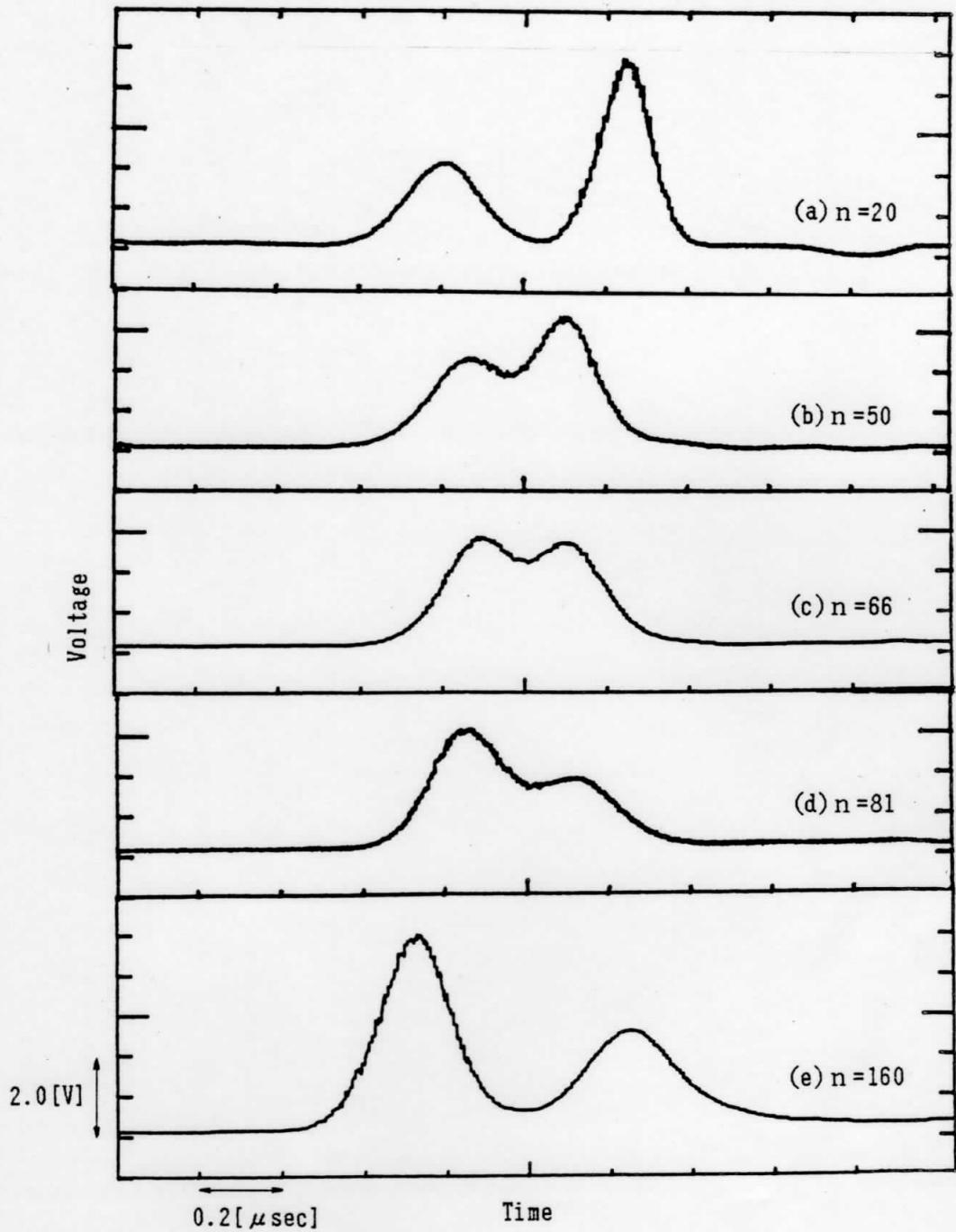


Fig. 4-3. Outstripping a small soliton by a large one.

(Difference in amplitude between large soliton and small one is small.)

Large soliton : $V_i = 5.0$ [V], $f_i = 2.97$ [MHz], $V_0 = 1.5$ [V]

Small soliton : $V_i = 2.0$ [V], $f_i = 2.25$ [MHz], $V_0 = 1.5$ [V]

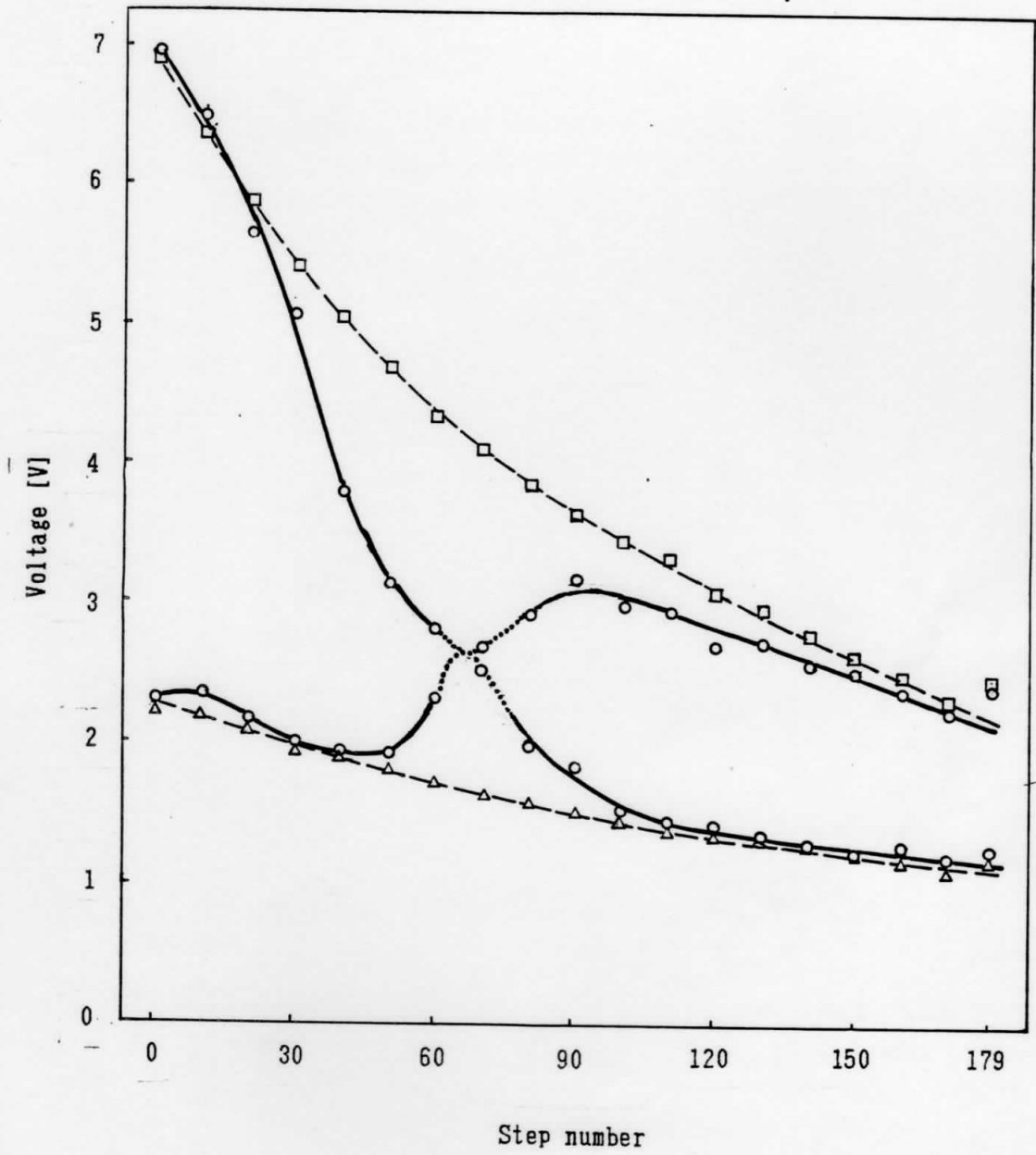


Fig. 4-4. Defference in change of amplitude between the soliton which propagates alone and outstrips the other one.

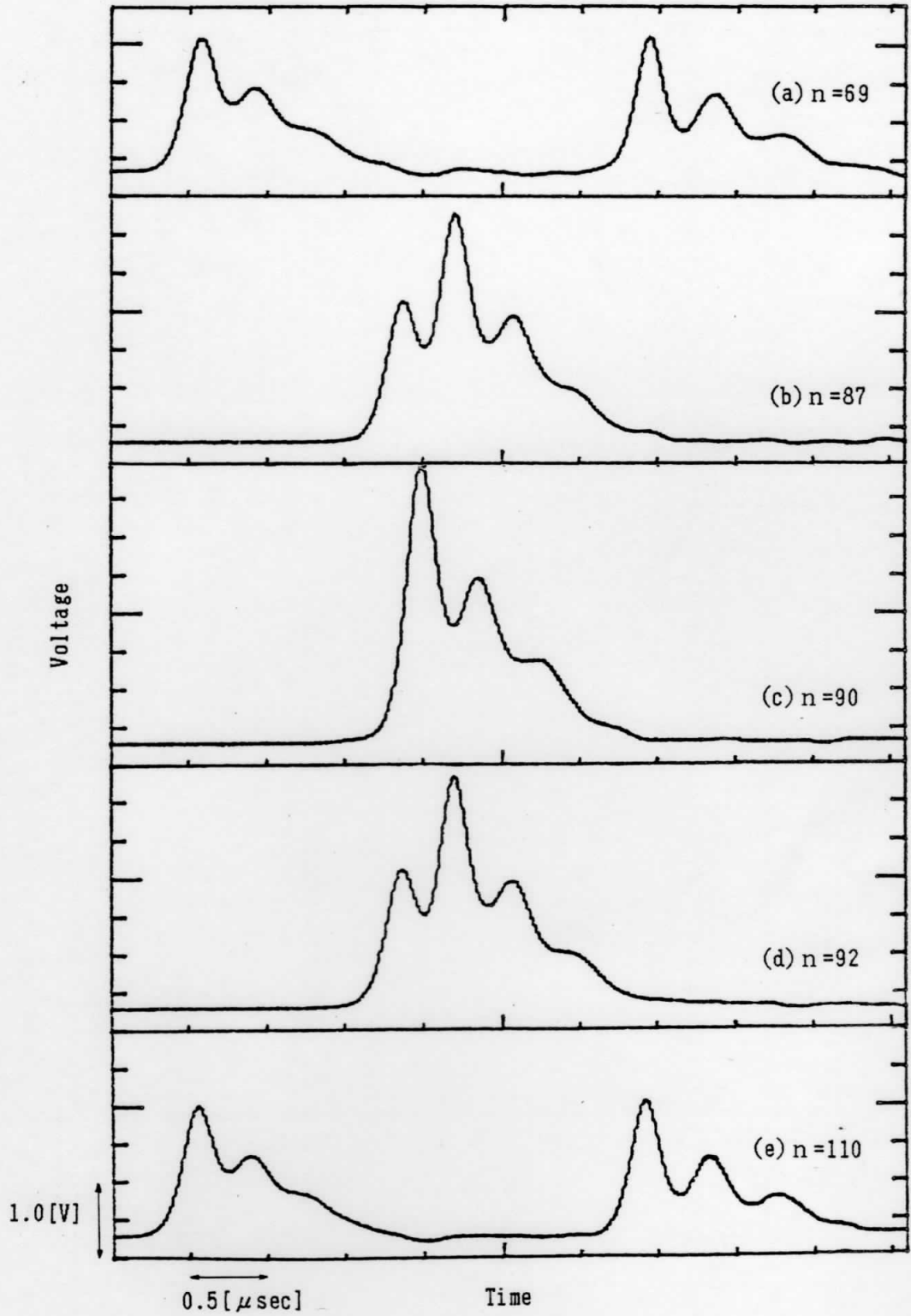


Fig. 4-5. A head-on collision with two waves which are caused by non-linear effect.
 $V_1=2.0[V]$ 、 $V_0=1.5[V]$ 、 $f_1=680[kHz]$

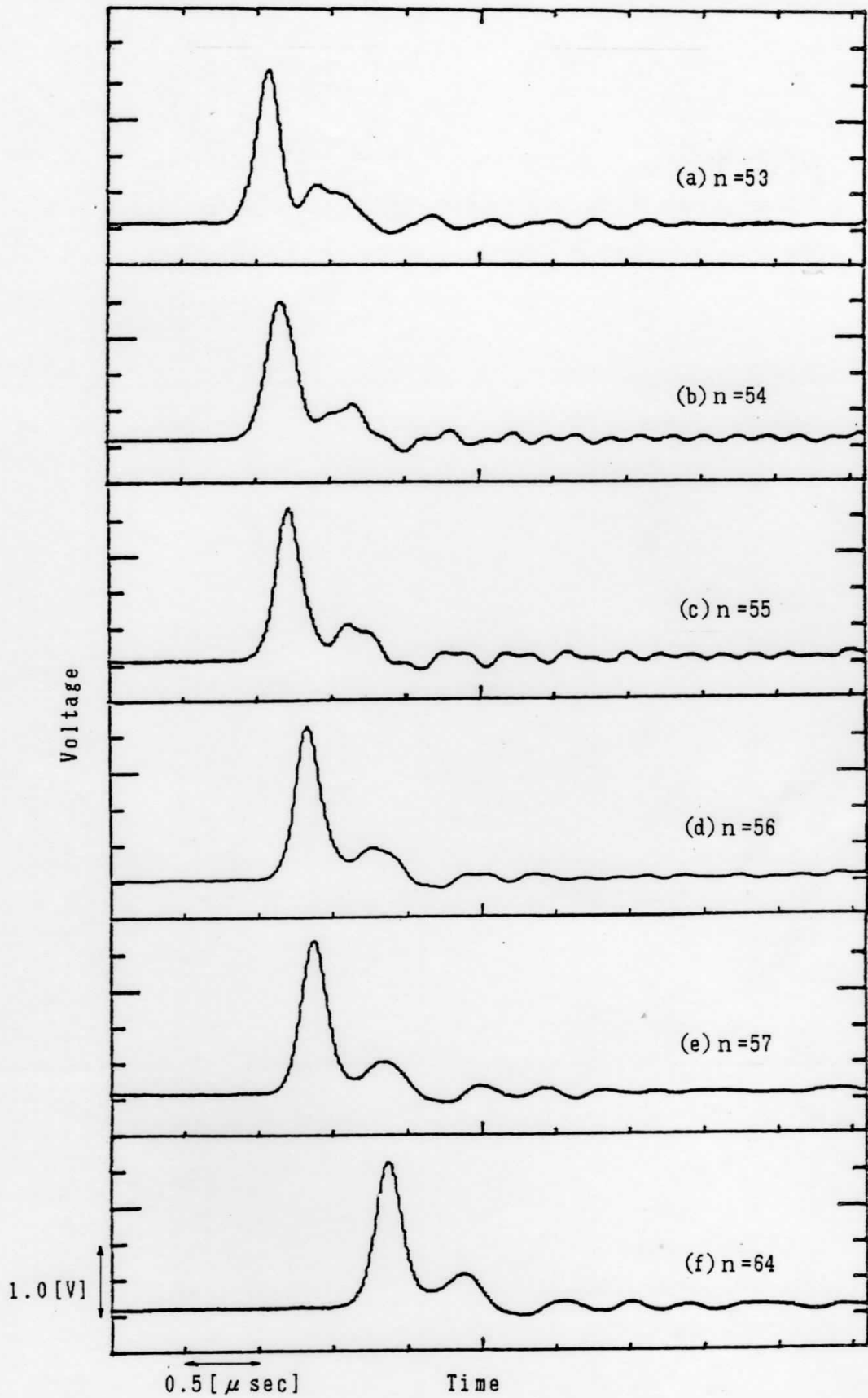


Fig.5-1. Propagation of soliton influenced by a impure inductor ($L_0=(1/2)L$).
 $V_i=2.0[V]$ 、 $V_0=1.5[V]$ 、 $f_i=2.2[MHz]$ 、 $n_i=54$

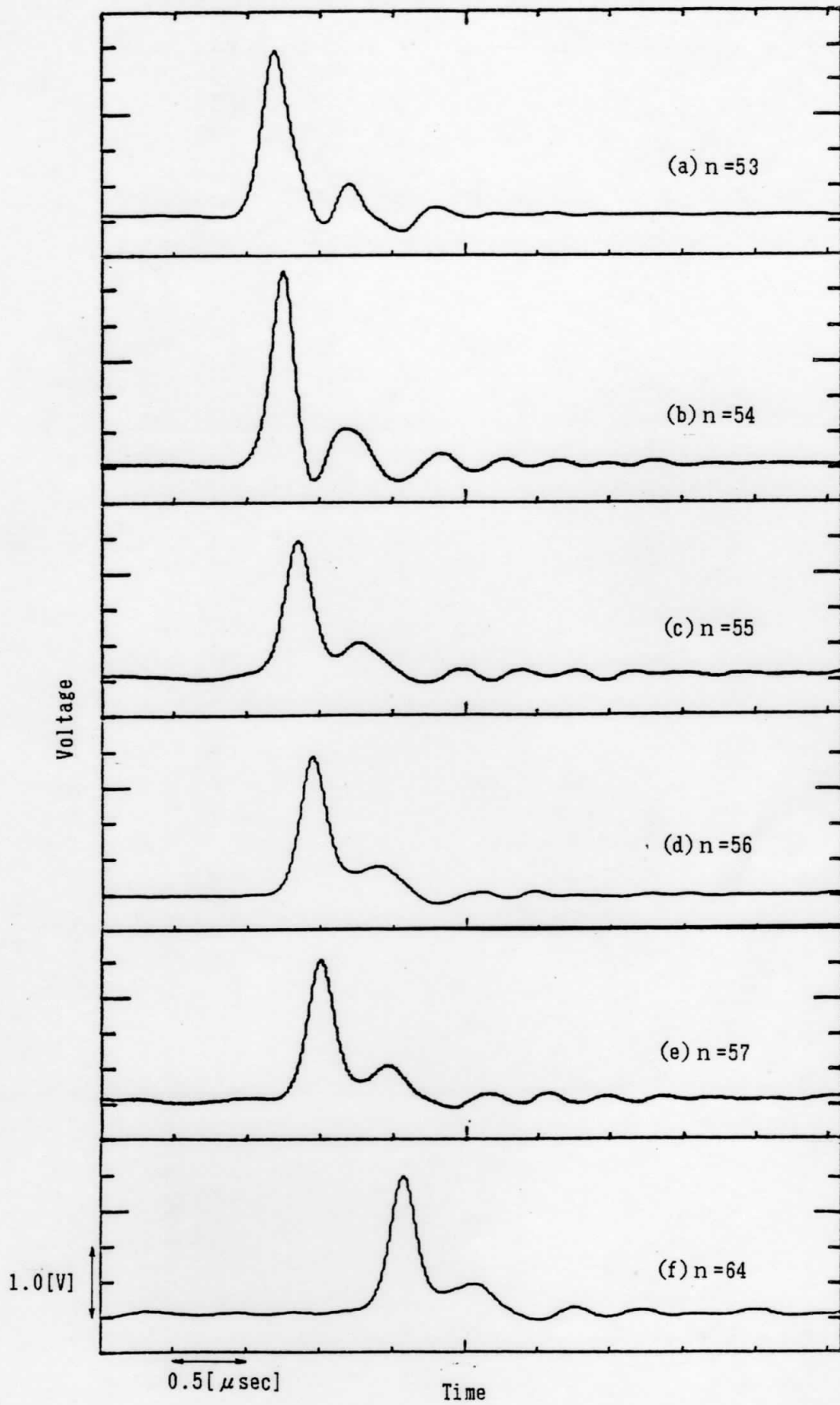


Fig.5-2. Propagation of soliton influenced by a impure inductor ($L_a=2L$),
 $V_i=2.0[V]$, $V_0=1.5[V]$, $f_i=2.2[MHz]$, $n_i=54$

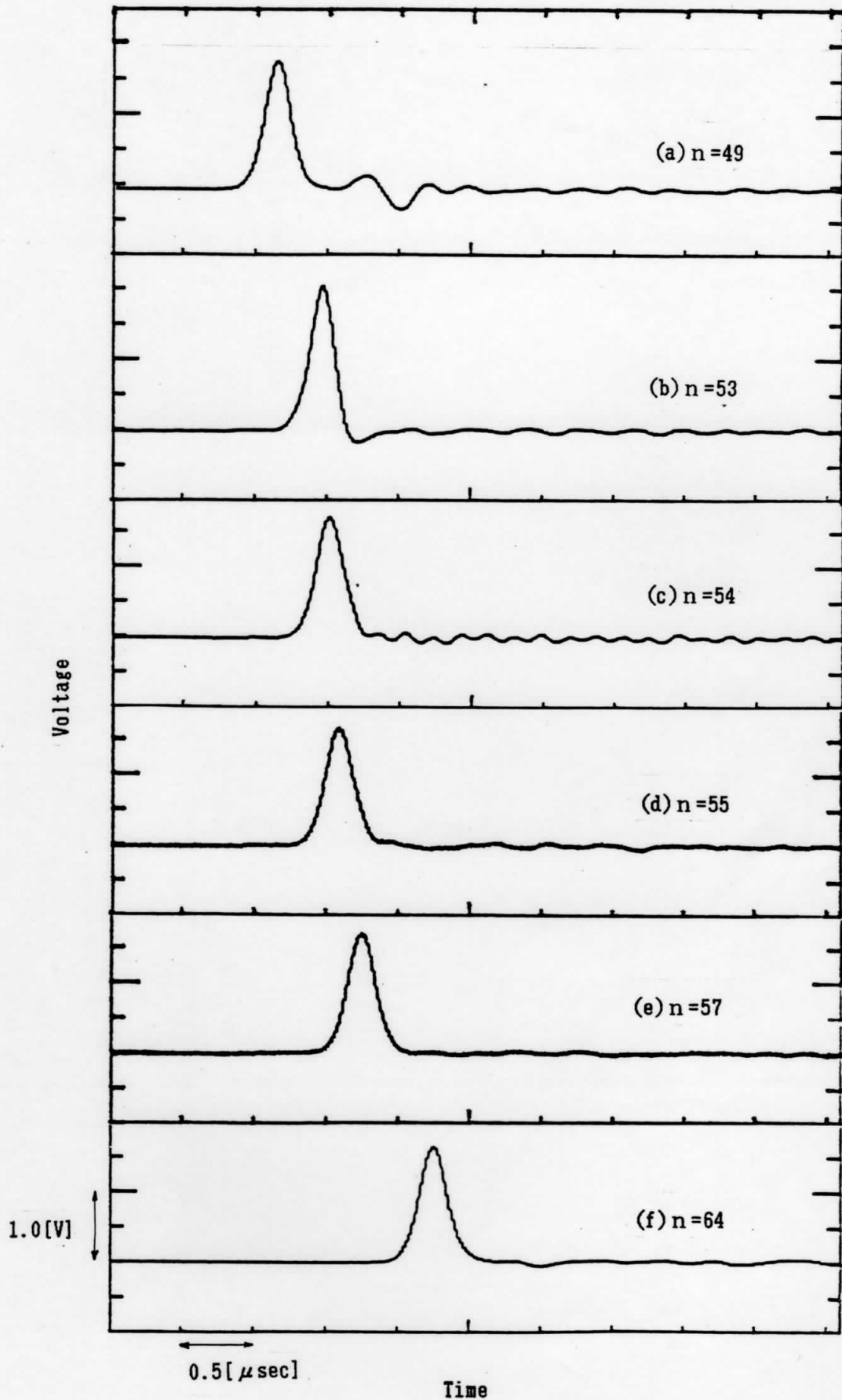


Fig.5-3. Propagation of soliton influenced by a impure capacitor ($C_0=(1/3)C$).
 $V_i=2.0[V]$, $V_0=1.5[V]$, $f_i=2.2[MHz]$, $n_i=54$

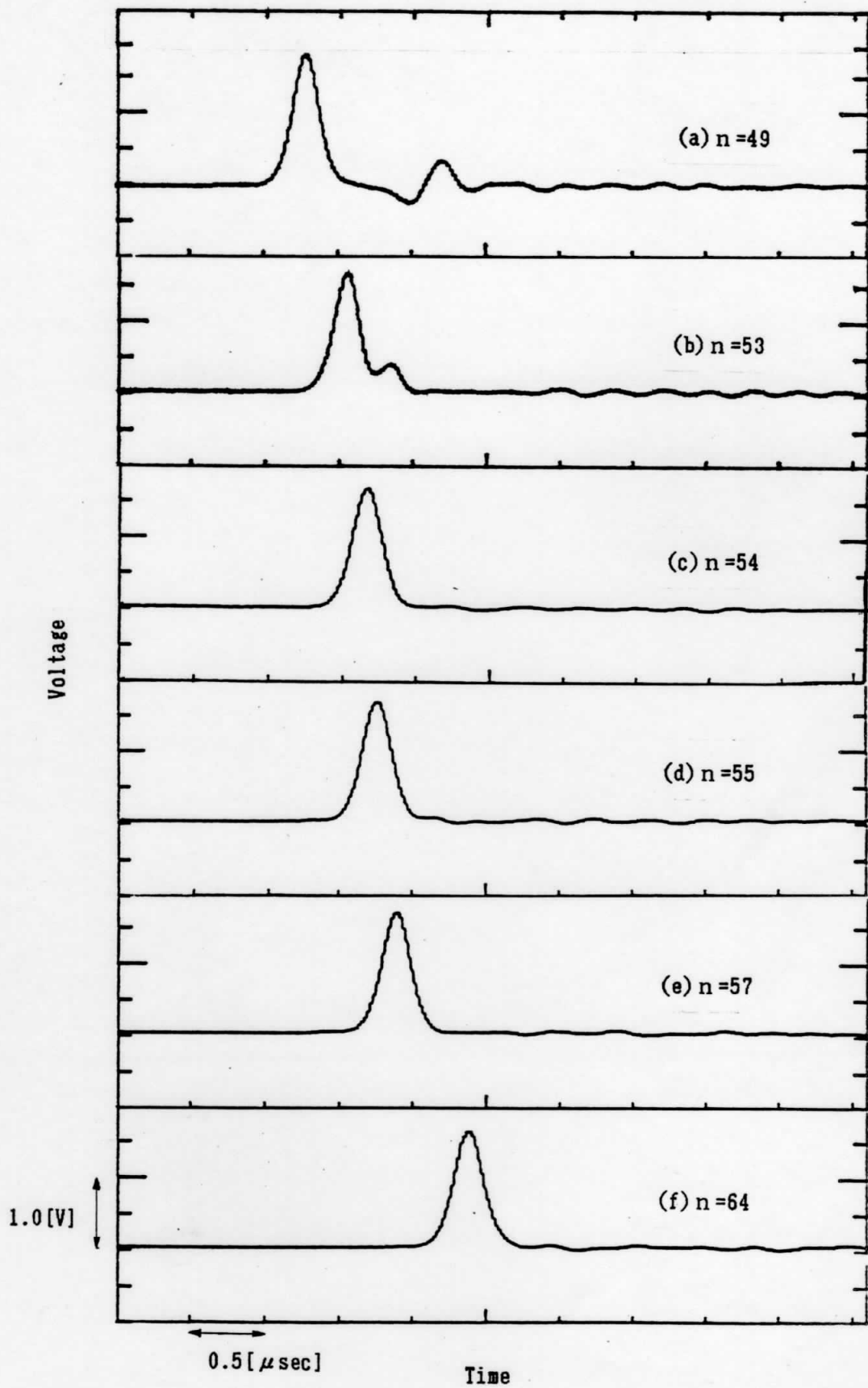


Fig.5-4. Propagation of soliton influenced by a impure capacitor ($C_0 = 2 C$).
 $V_1 = 2.0[V]$, $V_0 = 1.5[V]$, $f_1 = 2.2[MHz]$, $n_1 = 54$

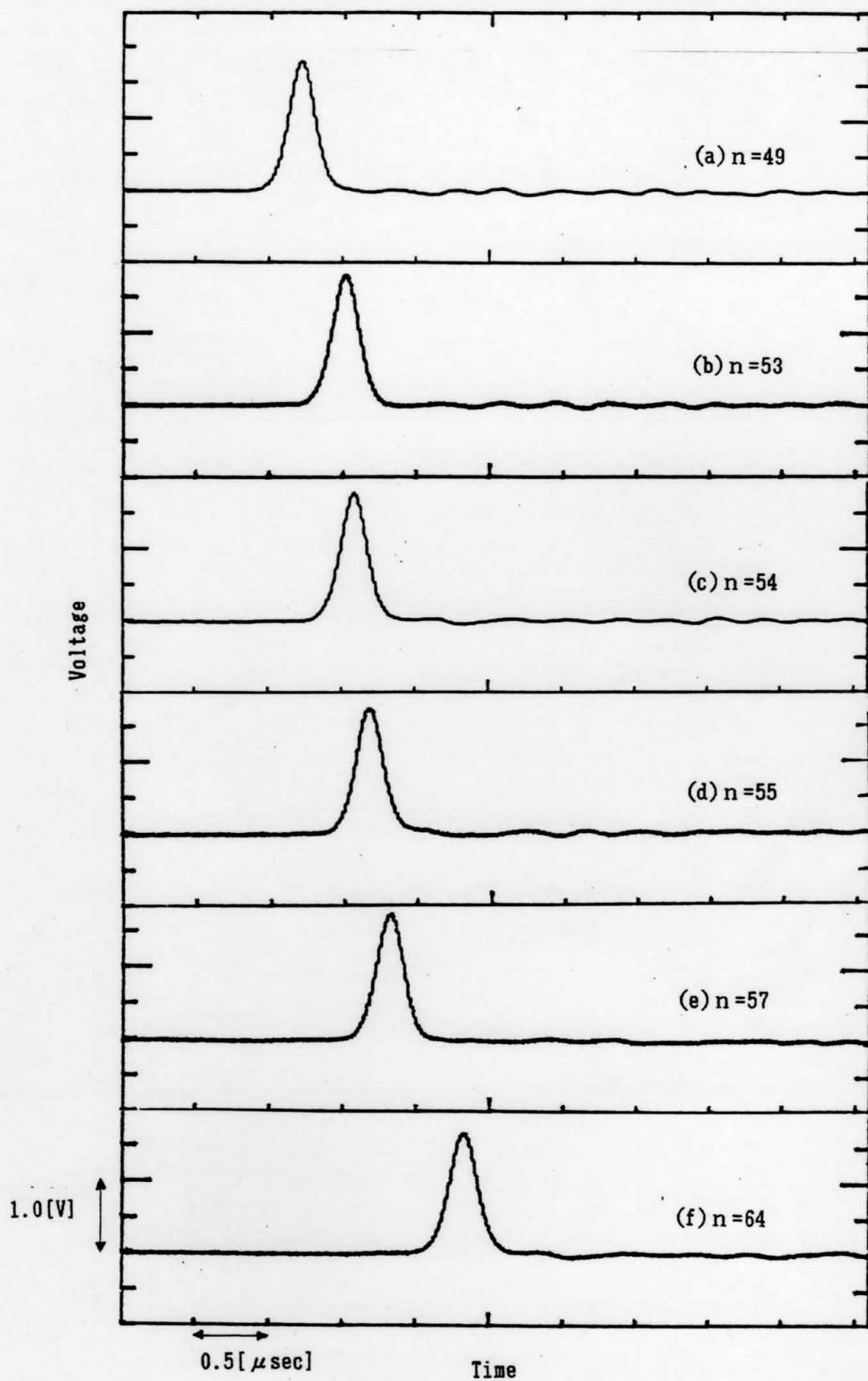


Fig. 5-5. Propagation of soliton
 on non-linear LC ladder circuit with uniform elements.
 $V_i=2.0[V]$, $V_a=1.5[V]$, $f_i=2.2[MHz]$, $n_i=54$

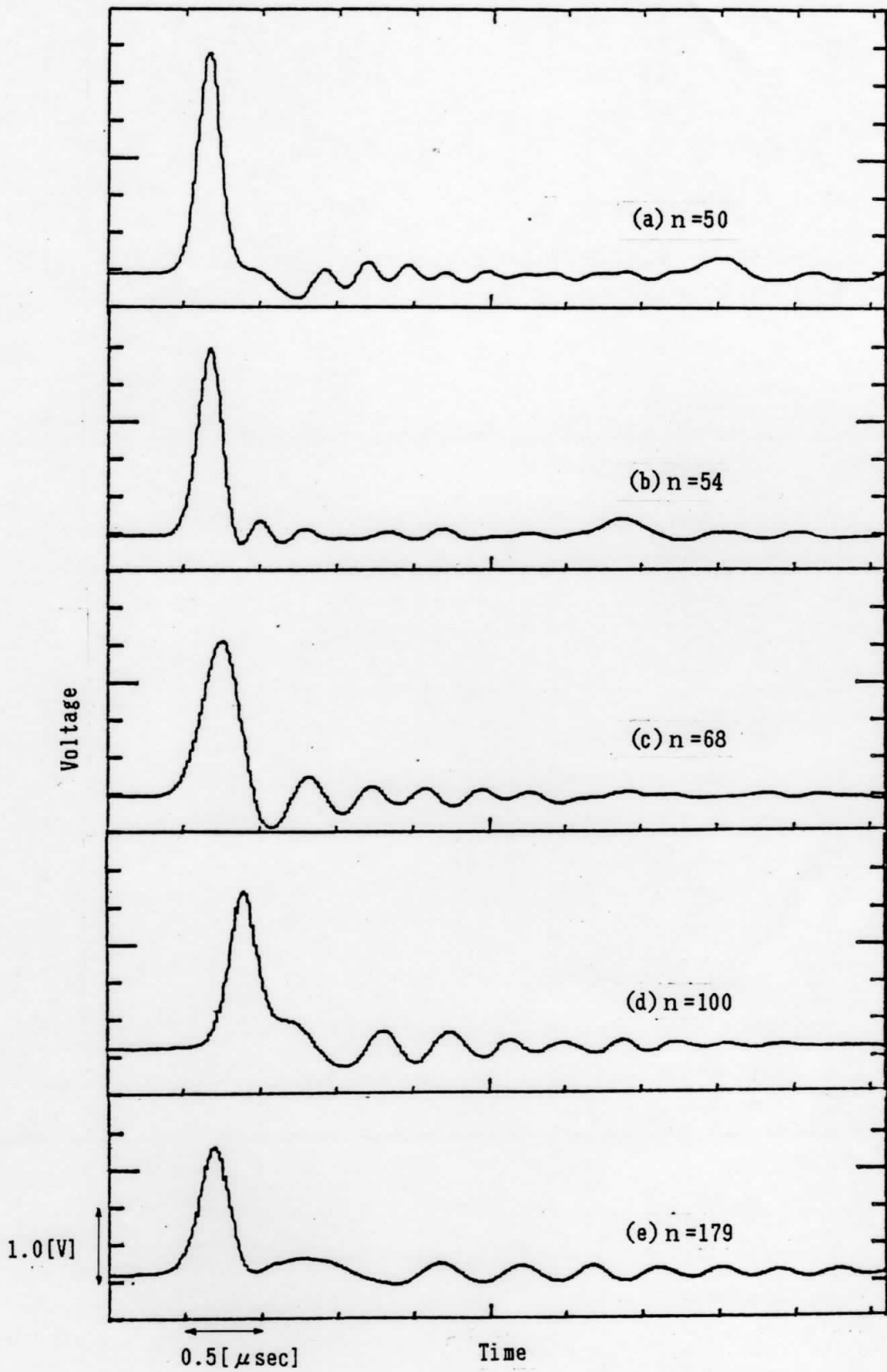


Fig.5-6. Propagation of soliton influenced by the dispersion region.
 $V_i=3.5[V]$ 、 $V_0=1.5[MHz]$ 、 $f_i=3.0[MHz]$
 Dispersion region.: $n=54\sim 68$

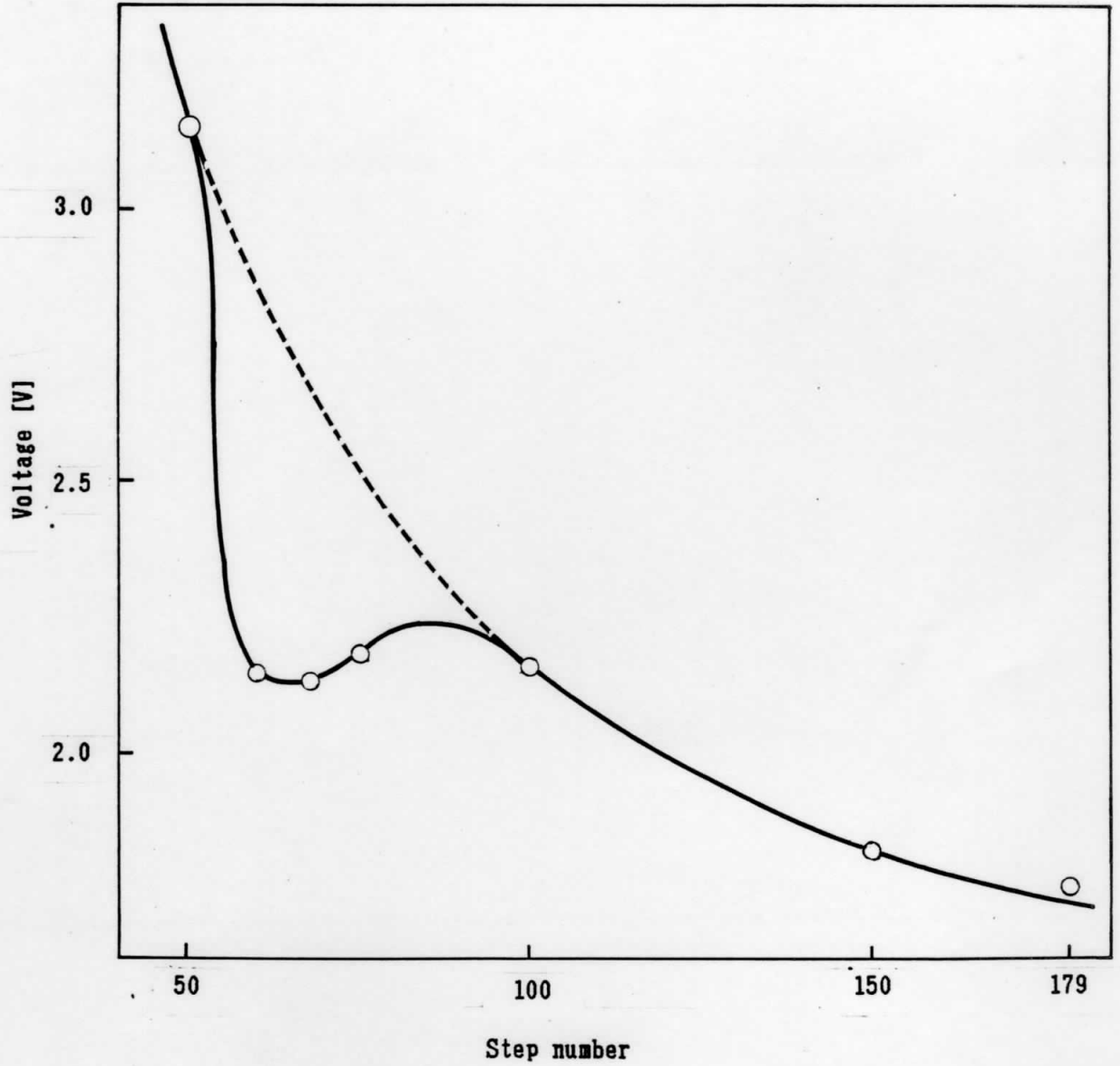


Fig.5-7. Change of amplitude in the circuit with dispersion region.
 $V_i=3.5[V]$ 、 $V_o=1.5[MHz]$ 、 $f_i=3.0[MHz]$
 Dispersion region.: $n=54\sim 68$

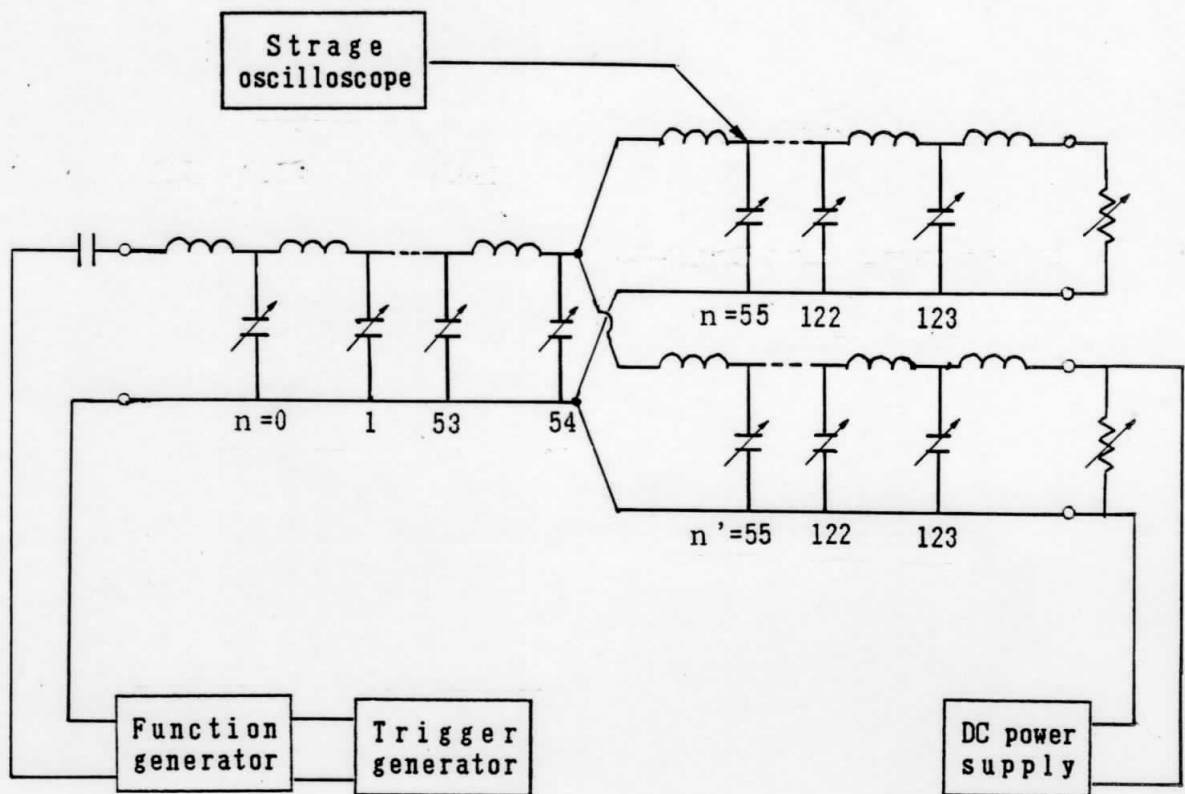


Fig.A-1. Non-linear LC ladder circuit with branch.

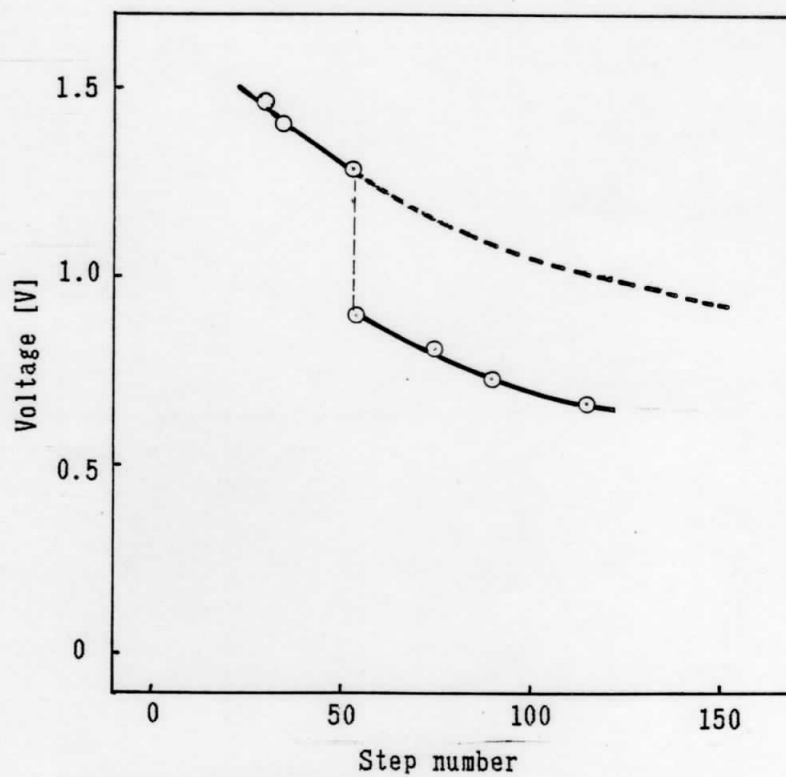


Fig.A-2. Amplitude of soliton on non-linear LC ladder circuit with branch.
 $V_i=1.5[V]$, $V_0=1.5[V]$, $f_i=2.2[MHz]$

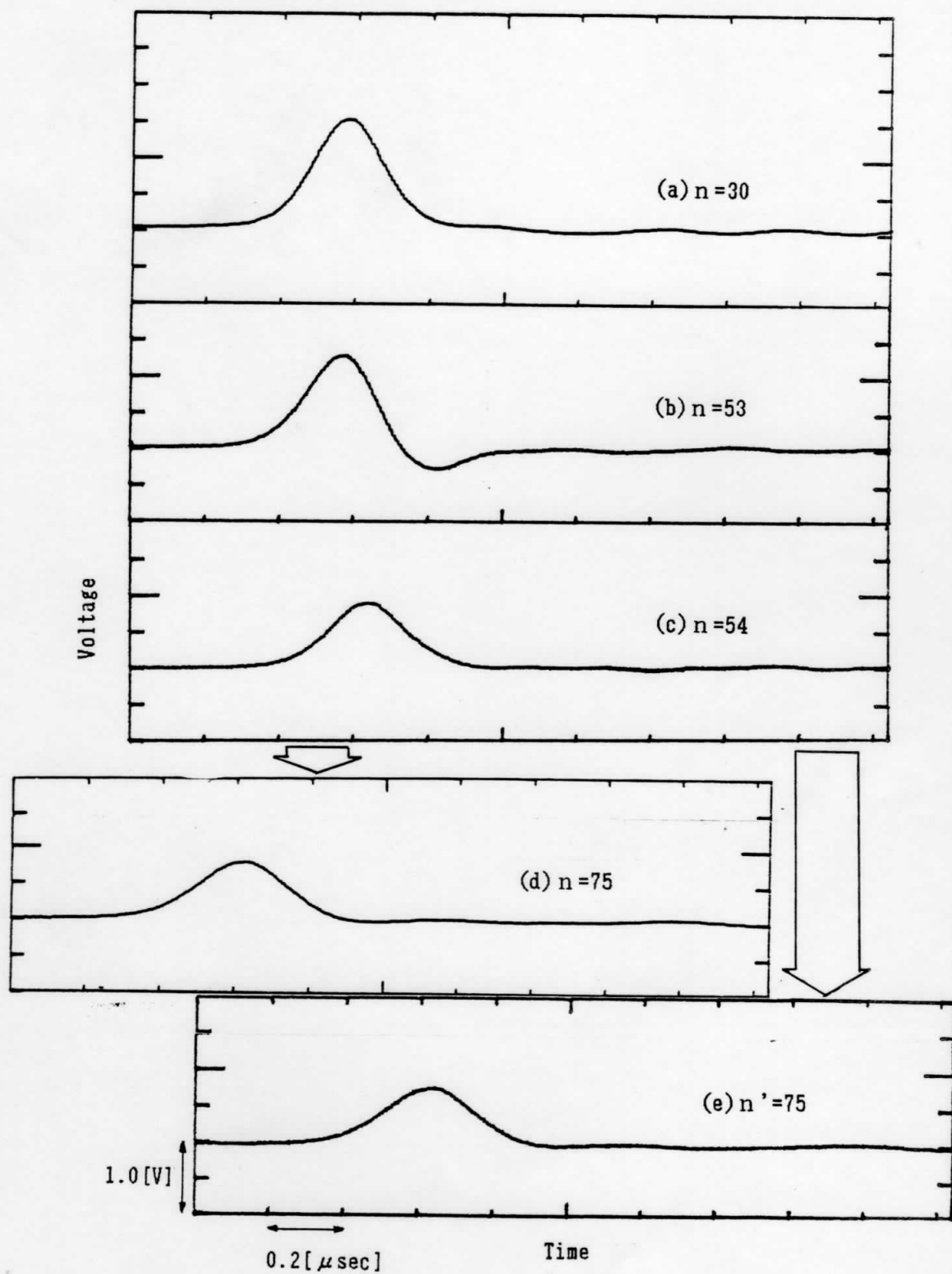


Fig. A-3. Divergence of soliton.
 $V_i = 1.5[V]$, $V_a = 1.5[V]$, $f_i = 2.2[\text{MHz}]$
 Turning point.: $n=54$