



전원 IC의 응답 성능을 극한까지 추구할 수 있는 전원 기술 「^{퀵 커}QuiCur™」 소개 자료

부품수와 안정 동작의 양면에서, 전원 회로의 설계 공수 삭감에 기여

2022년 2월 7일
로옴 주식회사
마케팅 커뮤니케이션부

- ※ 「QuiCur™」 「Nano Cap™」은 로옴 주식회사의 상표 또는 등록상표입니다.
- ※ 본 자료는 발행일 시점의 정보로, 예고 없이 변경되는 경우가 있습니다.

◆ 시스템의 고성능화

48V 시스템 보급 확대

현재

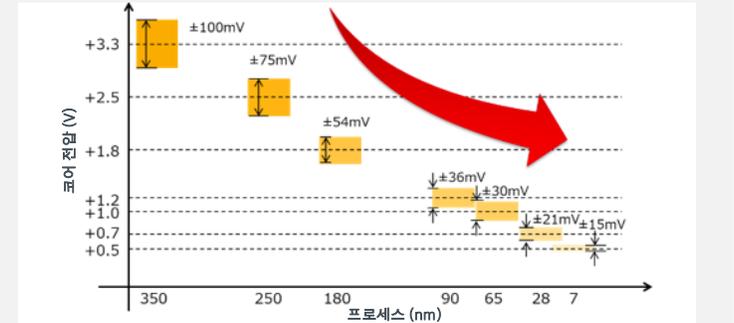
지게차 DC48V (Pb) 기지국 백업 전원 DC48V (Pb) 산업용 로봇 DC48V



신규

48V 마일드 하이브리드

프로세서의 미세화와 코어 전압 저하



시스템의 전원전압 저하 & 시스템의 소비전류 증가 → 더 안정적인 전원 기능 필요 (출력 콘덴서 용량의 증가)

◆ 시스템의 소형화 · 스페이스 절약화

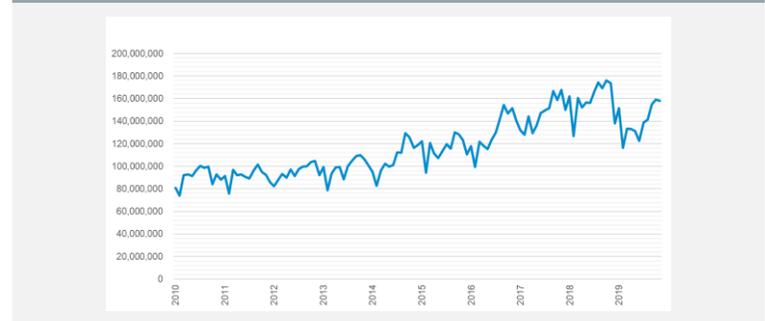
웨어러블 / IoT 기기의 보급 · 소형화



자동차 시스템의 다기능화



콘덴서 (반도체 부품) 수요의 증가

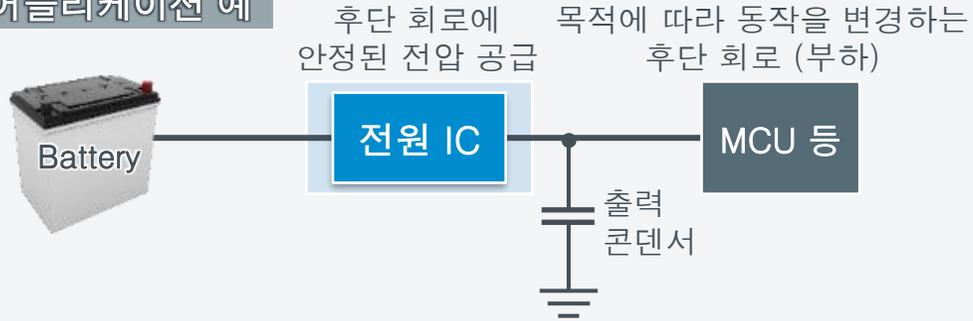


시스템의 탑재 스페이스 감소 → 부품수 삭감 필요 (출력 콘덴서 용량의 삭감)

전원 IC에는, 출력 콘덴서 용량의 소형화뿐만 아니라, 폭넓은 출력 콘덴서 용량에 대응하는 것도 요구된다.

◆ 전원 IC의 역할

어플리케이션 예



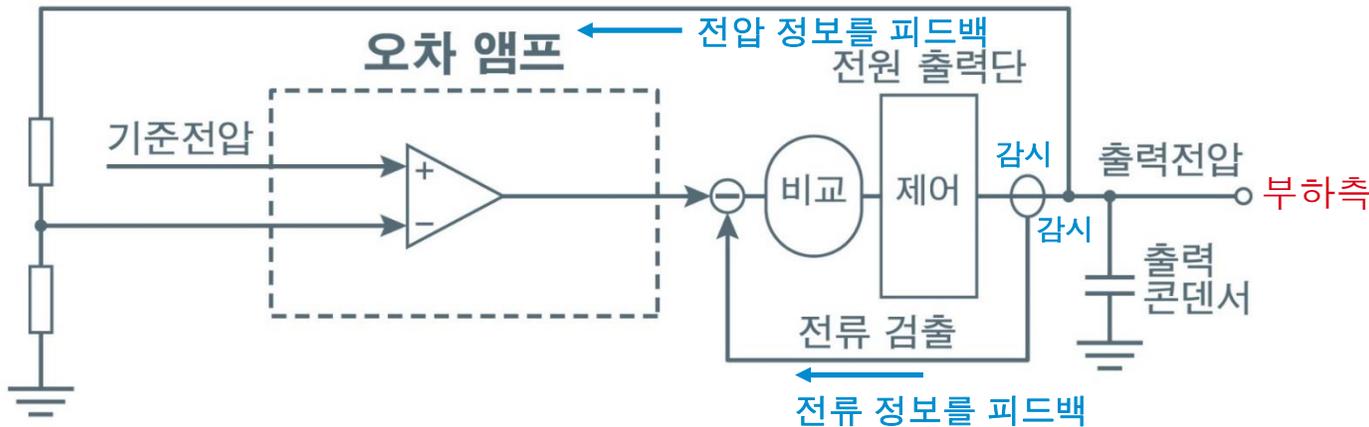
어떠한 조건에서도, 후단에 안정적인 전압을 공급해야 한다.

- 안정 동작 시
- 입력전압 변동 시 (전단 전원 소스가 출력을 변경했을 때)
- 부하 전류 변동 시 (후단 회로가 동작을 변경했을 때)

부하 전류 변동 시의 안정성은, 전원 IC의 응답 성능과 출력 콘덴서의 용량이 열쇠!

◆ 부하 전류 변동 시의 안정성을 실현하는 방법

전원 IC의 귀환 회로



전원 IC의 귀환 회로가 더 빠르게 응답할 수 있으면, (=응답 성능이 우수하면,) 부하 전류 변동 시의 출력전압 변동량도 작아진다.

* 출력 콘덴서 용량이 동일한 경우

부하 전류 변동 시의 출력전압 응답 파형

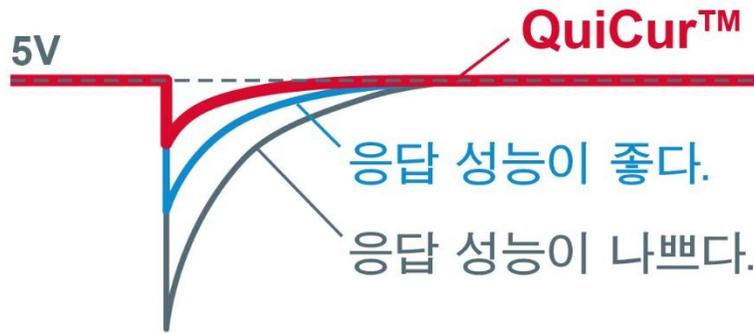


전원 IC는 출력전압을 지속적으로 감시하고, 그 정보를 기준전압과 비교함으로써, 부하 전류 변동 시에도 출력전압을 원하는 값으로 복귀시킬 수 있다.

전원 IC의 어플리케이션 예 (자동차 전자 제어 유닛의 전원 회로)



부하 전류 변동 시 (후단 회로 동작 변경 시)의 출력전압 응답 파형

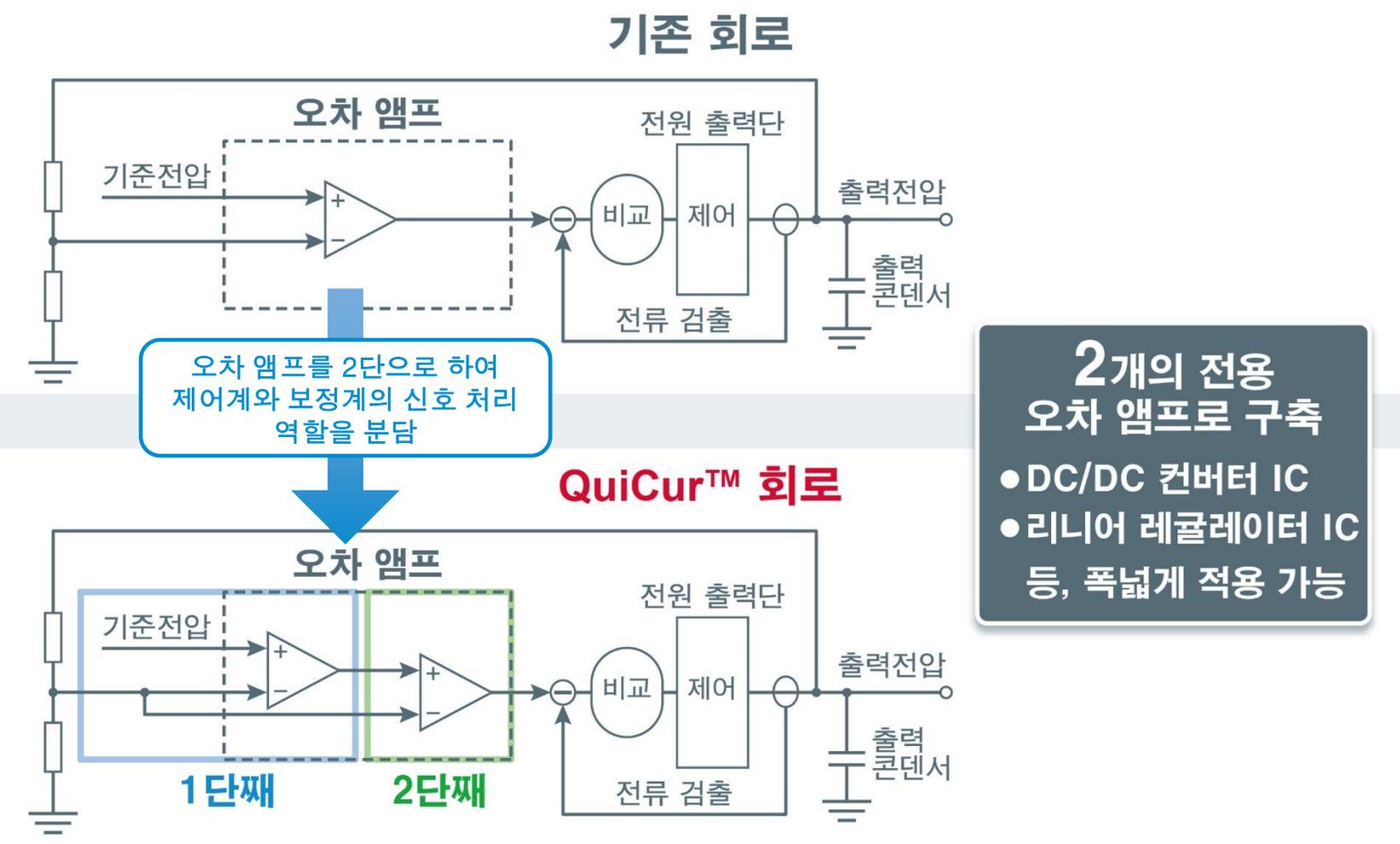


부하 전류 변동 시의 전압 안정도는, 전원 IC의 응답 성능에 의존한다.

* 출력 콘덴서 용량이 동일한 경우

「QuiCur™」는 전원 IC에 요구되는 응답 성능을, 최대한으로 추구할 수 있는 혁신 기술

DC/DC 컨버터 IC의 귀환 회로 비교



QuiCur™는, 고속 부하 응답을 실현하는 로옴의 독자적인 회로 「Quick Current」의 상표

전원 IC의 귀환 회로에서,
불안정해지지 않는 극한까지의 응답 성능을
실현할 수 있습니다.



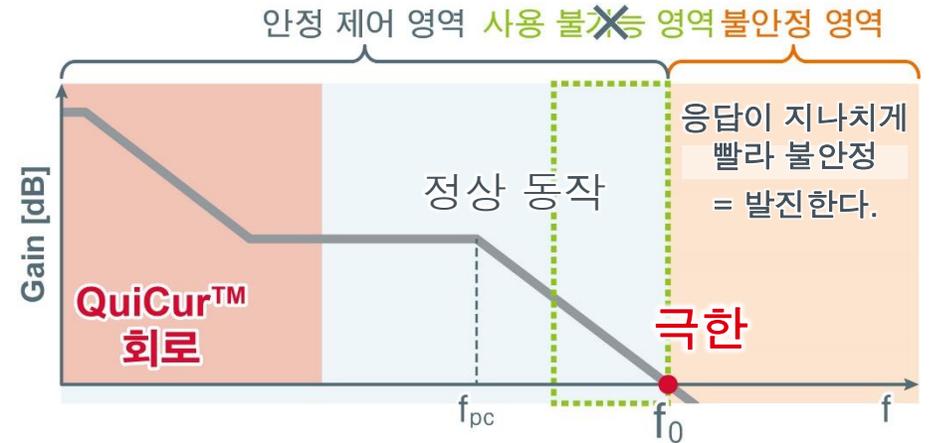
특징 1 출력 콘덴서의 부품수 및 기판 실장 면적 삭감 가능

불안정해지지 않는 극한까지의 응답 성능으로, 전원 IC에 필요한 출력 콘덴서 용량을 저감함으로써, 부품수 및 기판 실장 면적 삭감 가능.

특징 2 사양 변경 시에도 간단히 안정 동작 실현 가능

출력 콘덴서 용량이 커져도 순간적으로 응답 성능이 변화하지 않으므로, 출력 콘덴서 용량과 출력전압 변동의 선형 조정이 가능.
사양 변경 시, 원하는 출력전압 변동치를 간단히 실현 가능.

보드 선도의 주파수 특성 그래프



응답 성능의 지표가 되는 제로 크로스 주파수 f_0 를, 불안정 영역의 극한 (경계)으로 설정한다.

QuiCur™는,
부품수와 안정 동작의 양면에서
전원 회로의 설계 공수 삭감에 기여한다.

특징 1 : 출력 콘덴서의 부품수 및 기판 실장 면적 삭감 가능

DC/DC 컨버터 IC에서의 QuiCur™ 효과 검증

기존품과의 비교 : 출력 콘덴서 용량을 작게 하는 경우

	로옴 기존품 DC/DC 컨버터 IC	QuiCur™ 탑재 DC/DC 컨버터 IC (개발품)
출력 콘덴서 용량	88 μ F (22 μ F×4)	22μF (22 μ F×1)
기판 이미지		
제로 크로스 주파수	100kHz	300kHz
부하 응답 파형 (0A→2A) $V_{IN}=5.0V$, $V_{OUT}=1.0V$, $I_{OUT}=0A \rightarrow 2A$ (1A/ μ s)		

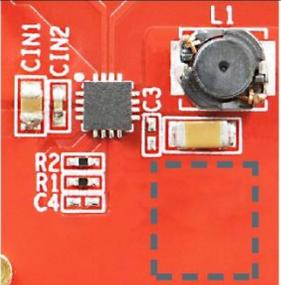
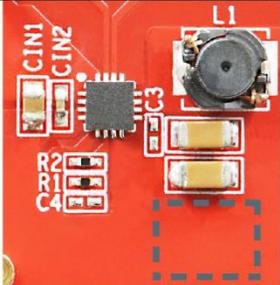
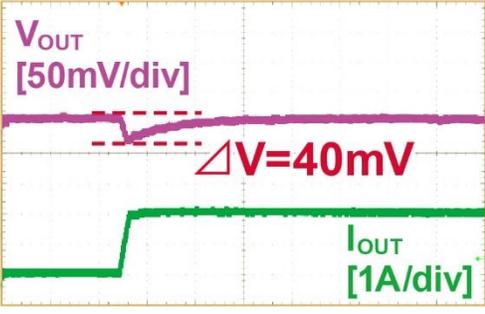
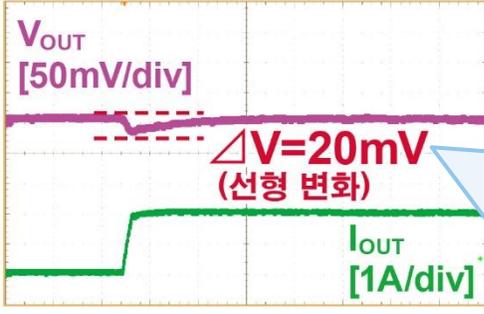
리니어 레귤레이터 IC의 경우,
QuiCur™로 응답 성능을
극적으로 개선 가능!

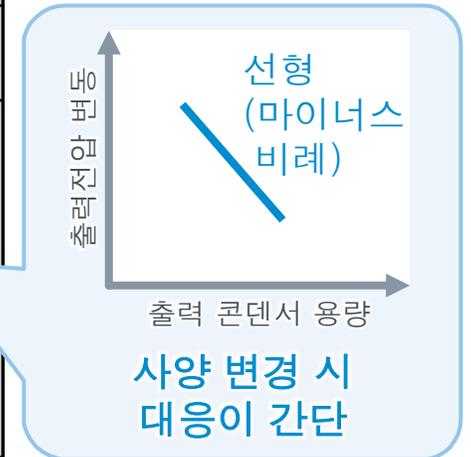
QuiCur™로, 출력 콘덴서 용량 1/4인 경우에도 응답 성능 유지 가능

특징 2 : 사양 변경 시에도 간단히 안정 동작 실현 가능

DC/DC 컨버터 IC에서의 QuiCur™ 효과 검증

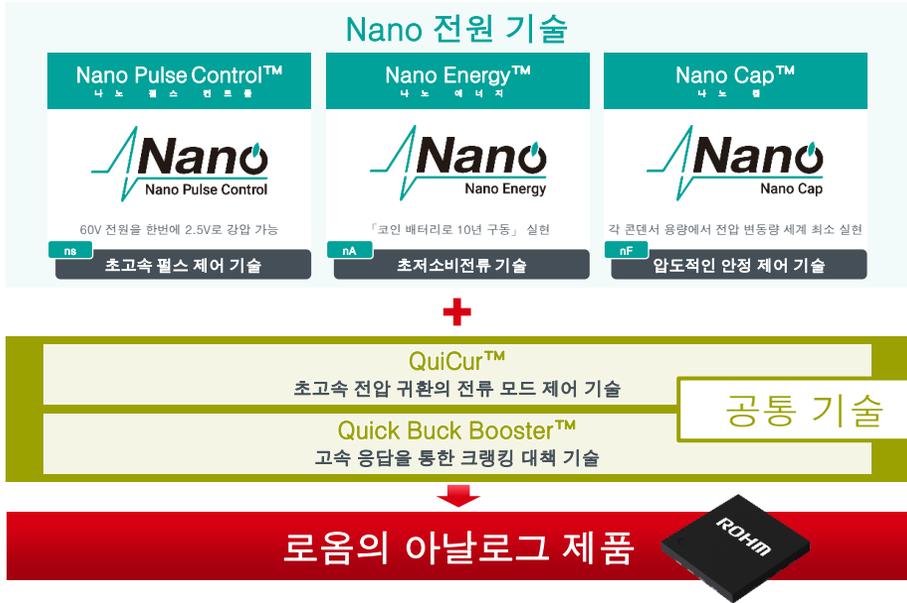
QuiCur™ 탑재 개발품에서의 비교 : 출력 콘덴서 용량을 크게 하는 경우

	QuiCur™ 탑재 DC/DC 컨버터 IC (개발품)	QuiCur™ 탑재 DC/DC 컨버터 IC (개발품)
출력 콘덴서 용량	22μF (22 μ F×1)	44μF (22 μ F×2)
기판 이미지		
제로 크로스 주파수	300kHz	300kHz (변함 없음)
부하 응답 파형 (0A→2A) $V_{IN}=5.0V$, $V_{OUT}=1.0V$, $I_{OUT}=0A\rightarrow 2A$ (1A/ μ s)	 <p>V_{OUT} [50mV/div] $\Delta V=40mV$</p> <p>I_{OUT} [1A/div]</p>	 <p>V_{OUT} [50mV/div] $\Delta V=20mV$ (선형 변화)</p> <p>I_{OUT} [1A/div]</p>



QuiCur™로, 출력 콘덴서 용량과 출력전압 변동의 선형 조정 가능

◆ QuiCur™와 Nano 전원 기술의 역할 분담



Nano

- 각 방면에서 플래그십 사양을 실현하기 위한 전원 기술군
- 수치면에서 알기 쉽게 고객의 과제 해결에 기여

QuiCur™

- 귀환 회로의 응답 성능을 최대한으로 추구할 수 있는 전원 기술
- 공통 기술로서, 폭넓은 제품의 응답 성능을 향상시켜, 고객 제품에 기여

기술 조합으로, 아날로그 전원 기술이 한층 더 진화

◆ QuiCur™ 제품화 전개 (2022년)

제품	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
DC/DC 컨버터 IC (강압, 오토모티브 대응)				○					
리니어 레귤레이터 IC (오토모티브 대응)							○		

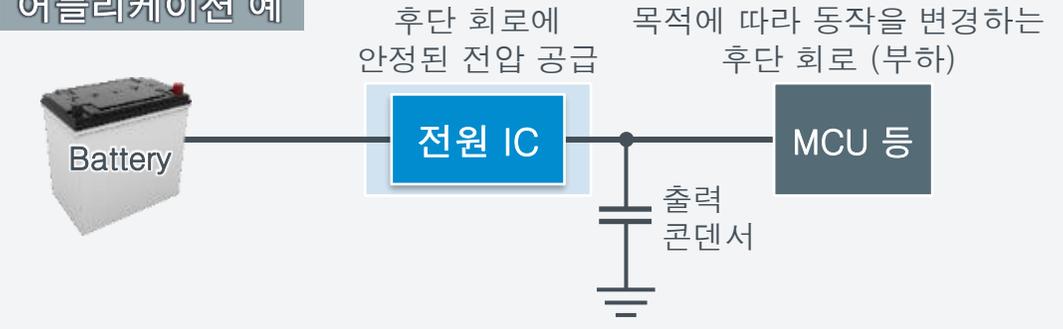
향후, QuiCur™를 폭넓게 전원 IC에 전개 예정

○ 제품 샘플 출하 예정 시기

「QuiCur™」 기술의 상세 보드 선도의 주파수 특성 그래프를 사용한 설명

◆ 전원 IC의 역할

어플리케이션 예



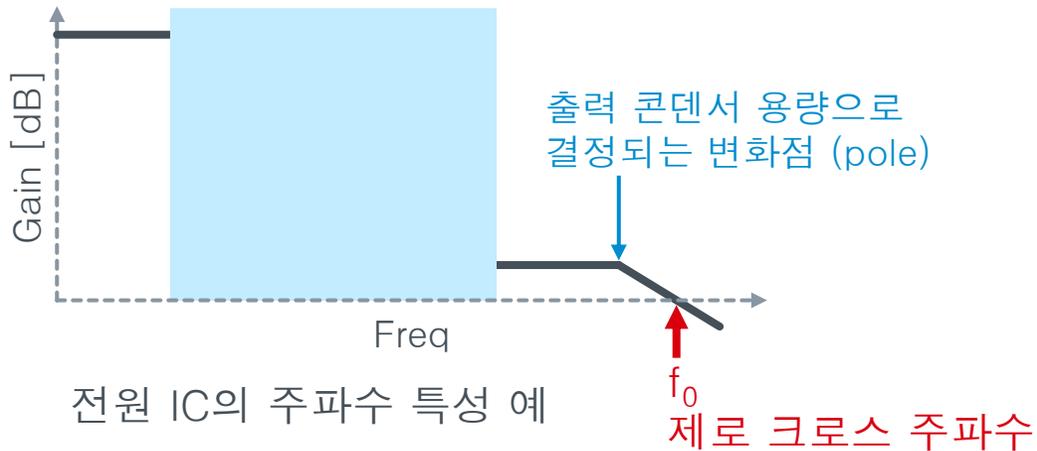
어떠한 조건에서도, 후단에 안정적인 전압을 공급해야 한다.

- 안정 동작 시
- 입력전압 변동 시 (전단 전원 소스가 출력을 변경했을 때)
- 부하 전류 변동 시 (후단 회로가 동작을 변경했을 때)

부하 전류 변동 시의 안정성은,
 전원 IC의 응답 성능과 출력 콘덴서의 용량이 열쇠!

◆ 부하 전류 변동 시의 안정성 개념

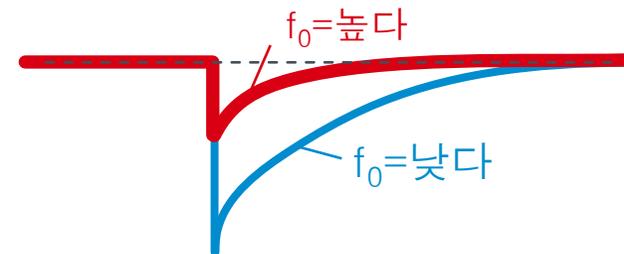
부하 응답 성능을 결정하는 특성 = 주파수 특성



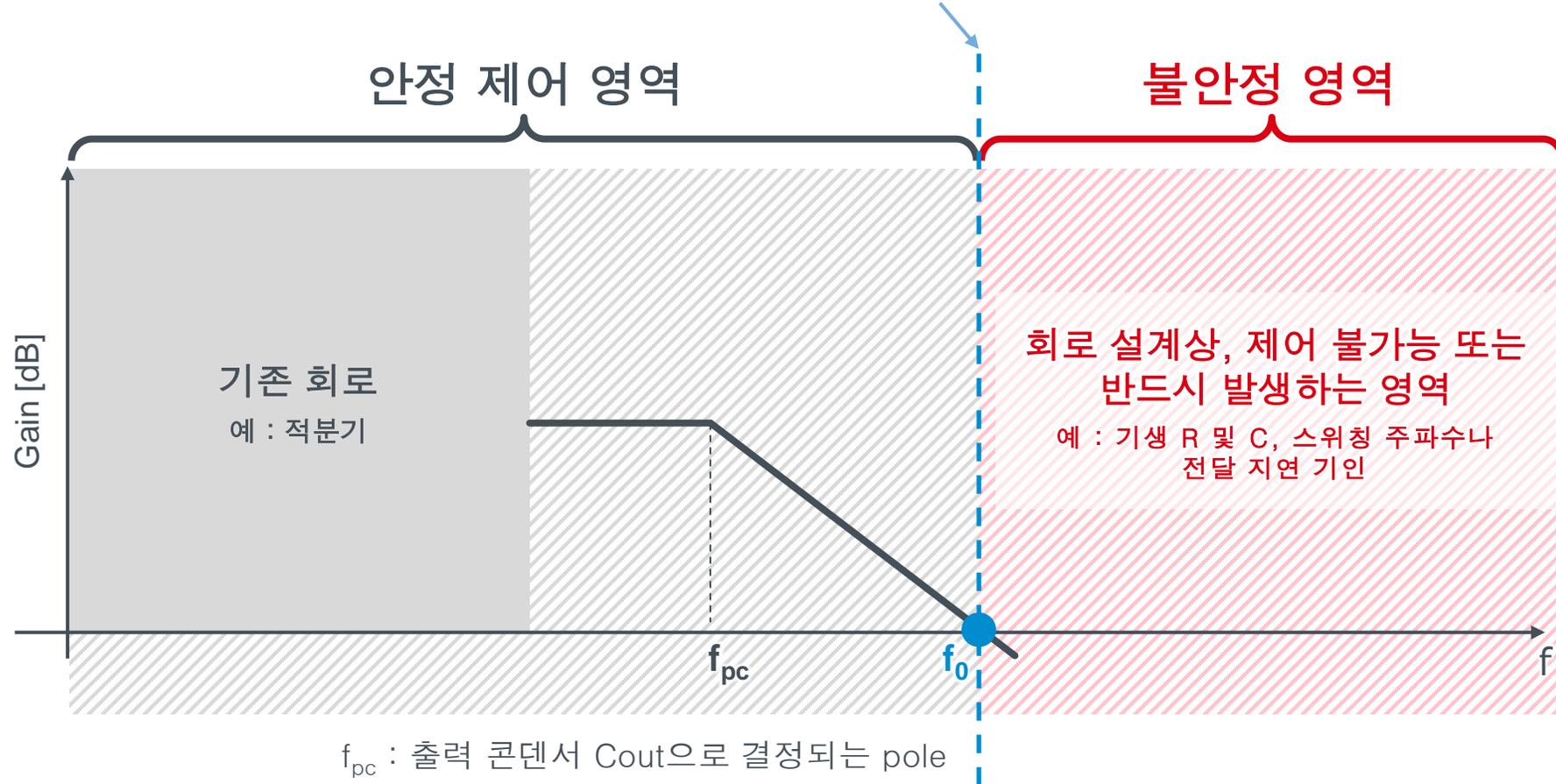
f_0 가 높을수록 응답 성능이 우수해지고,
 부하 전류 변동 시의 전압 변동량도 작아진다.

※출력 콘덴서 용량이 동일한 경우

부하 전류 변동 시의 출력전압 응답 파형

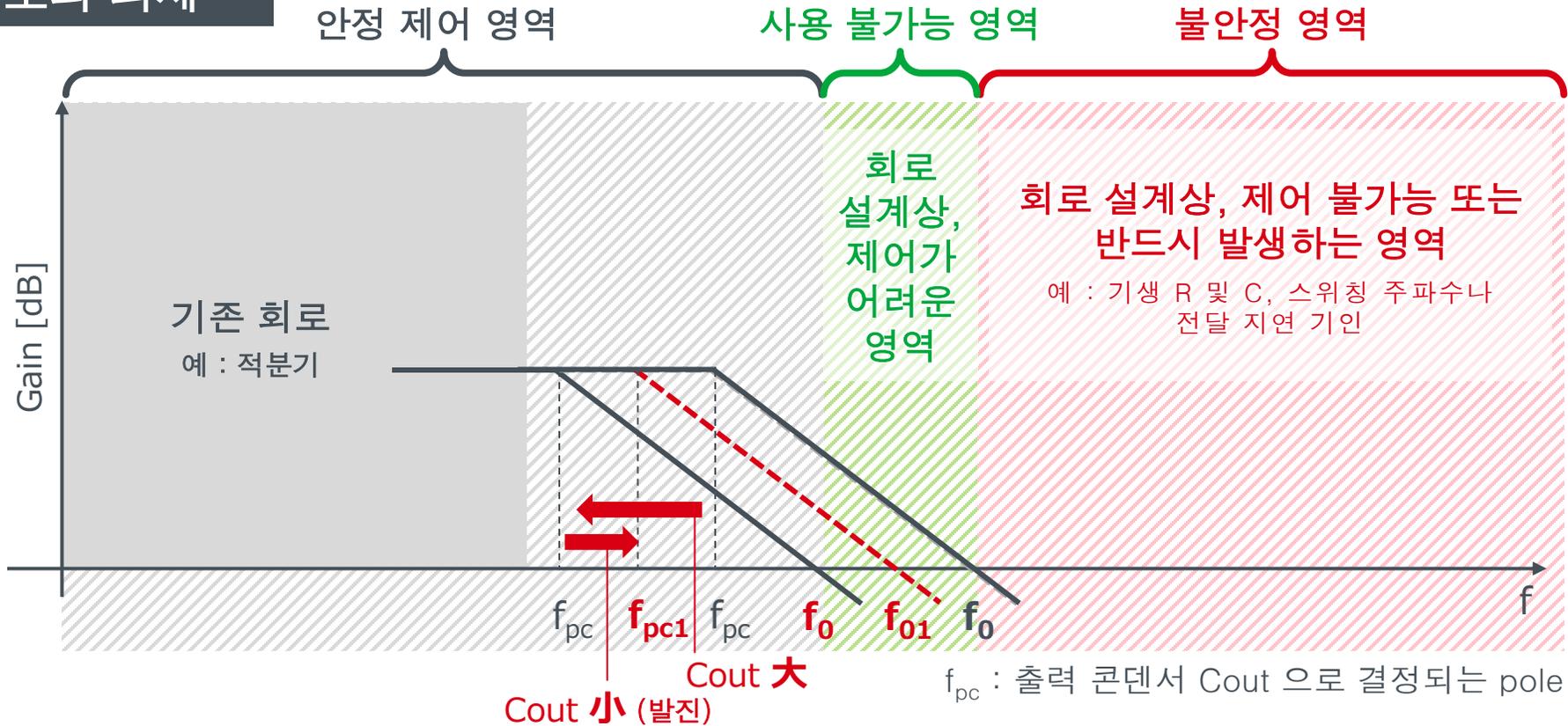


이상적인 제로 크로스 주파수 f_0 설계 :
안정 제어 영역과 불안정 영역의 경계선상으로 설정한다.



QuiCur™를 활용하면, 당연하지만 실현이 어려웠던 이상적인 설계를 실현할 수 있다.

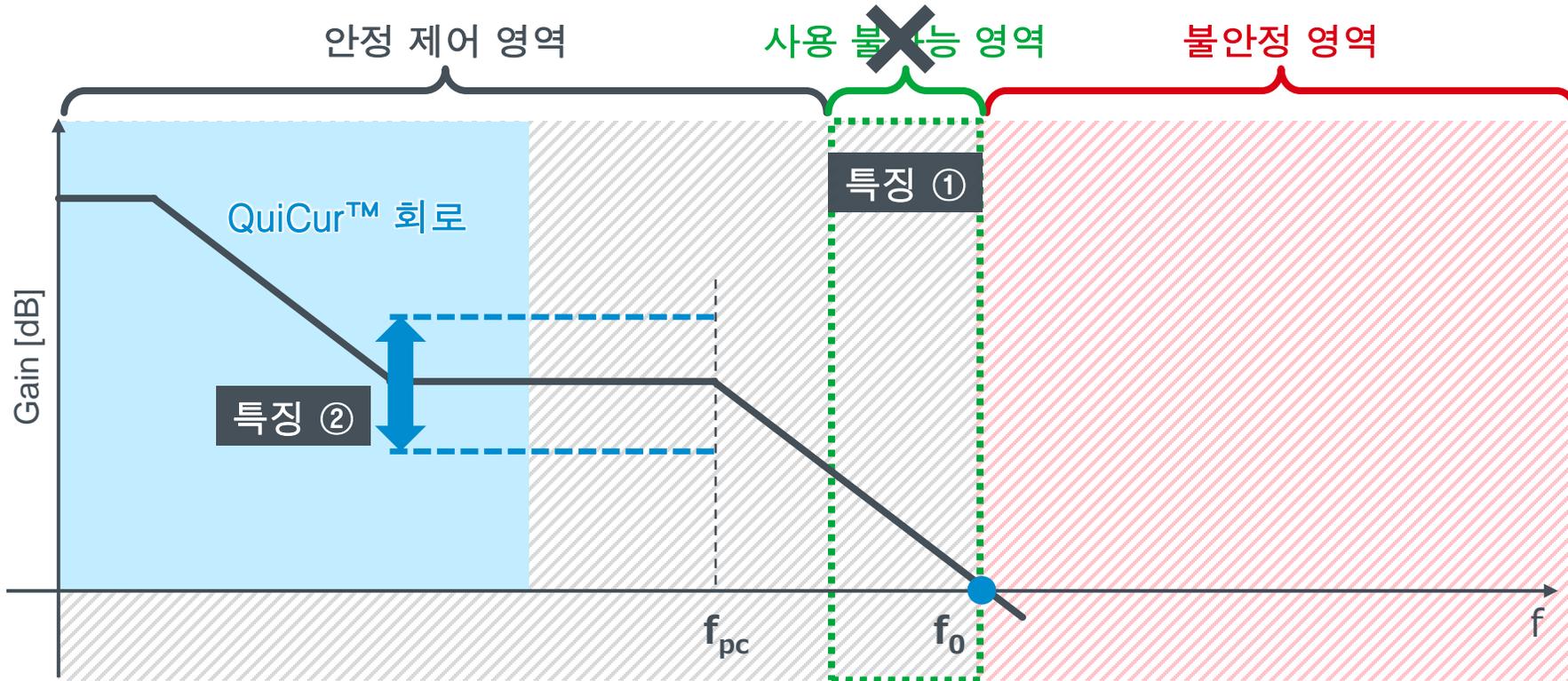
기존 회로의 과제



기존 회로는 출력 콘덴서 용량으로 인한 제약이 많다.

과제 1 사용 불가능 영역이 발생하여, 불안정 영역과의 경계선상까지 제로 크로스 주파수 f_0 를 설정할 수 없다.

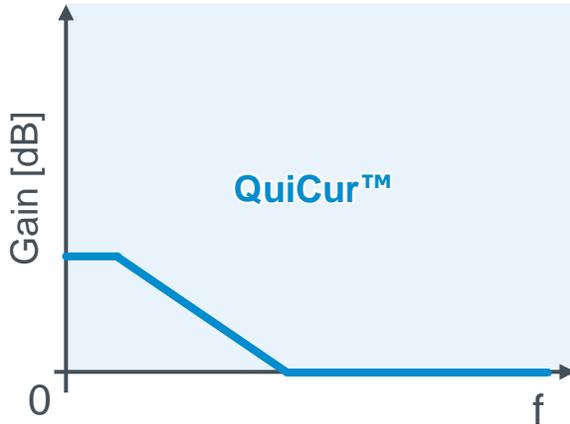
과제 2 출력 콘덴서 용량으로 인해 제로 크로스 주파수 f_0 가 변한다.



- 특징**
- ① 불안정 영역 전에 사용 불가능 영역이 발생하지 않는다.
 - ② 고주파 Gain 조정 가능

- 코어 기술**
- 1pole, 1zero 시스템 및 고주파 Gain=0dB 시스템
 - 전류 구동을 통한 고주파 Gain 조정 시스템

1pole, 1zero 시스템 및 고주파 Gain=0dB 시스템



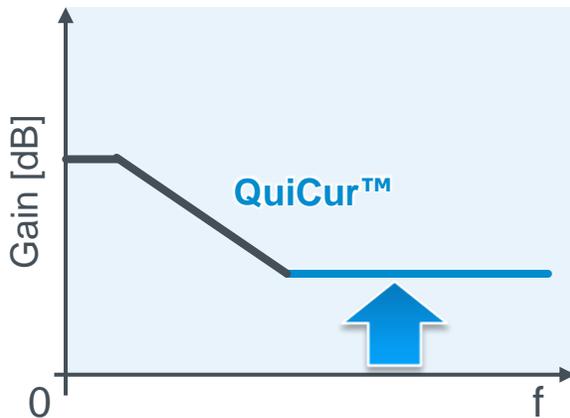
1pole, 1zero 시스템

고주파 (f_{pc})까지, 안정성 유지

고주파 Gain=0dB 시스템

Gain을 낮게 함으로써, 고주파 (f_{pc})까지 Gain을 유지할 수 있다.

전류 구동을 통한 고주파 Gain 조정 시스템



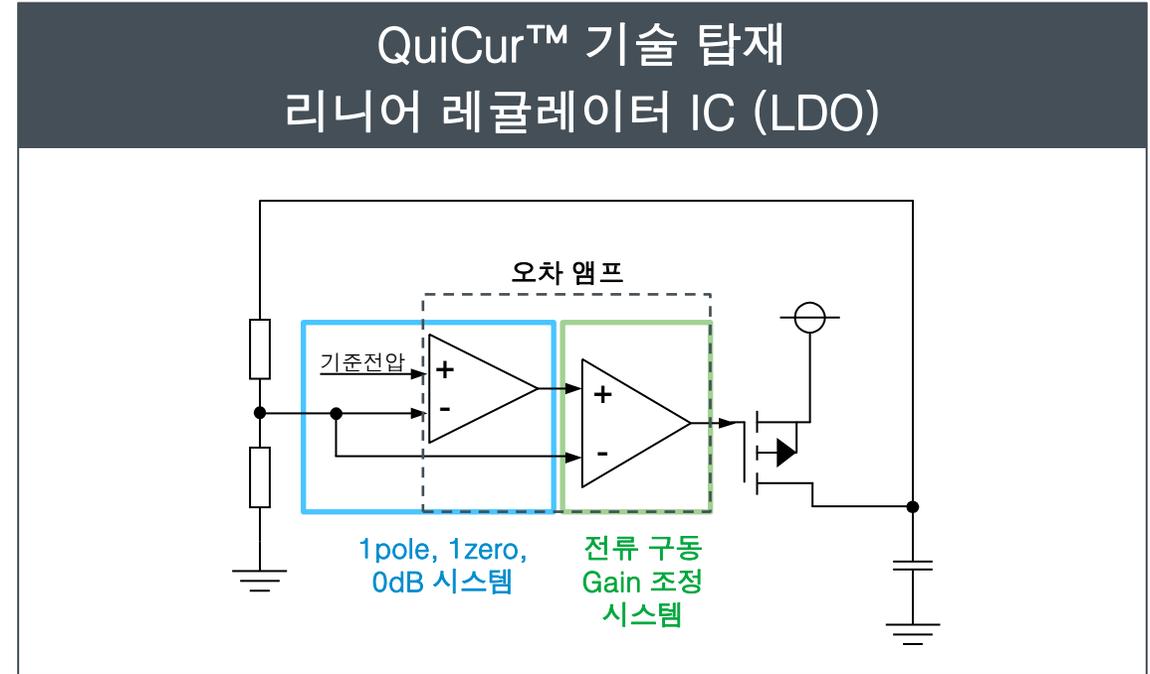
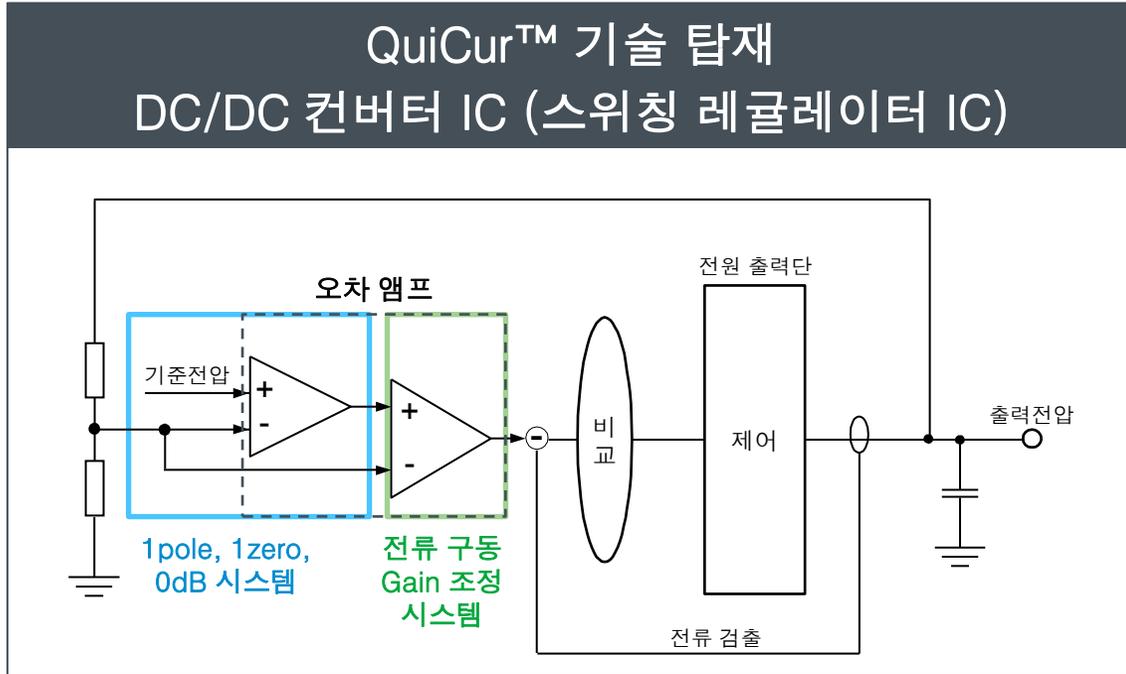
전류 구동을 통한 Gain 조정

전류 구동을 통해, 고주파 (f_{pc})까지 Gain을 유지할 수 있다.

전류 구동을 통한
Gain 조정 시스템이
QuiCur = Quick Current의 유래

QuiCur™는 2가지 코어 기술을 고도로 융합함으로써 실현

DC/DC 컨버터 IC와 리니어 레귤레이터 IC에서의 사용 방법



오차 앰프 2개로
실현하는 독립 설계

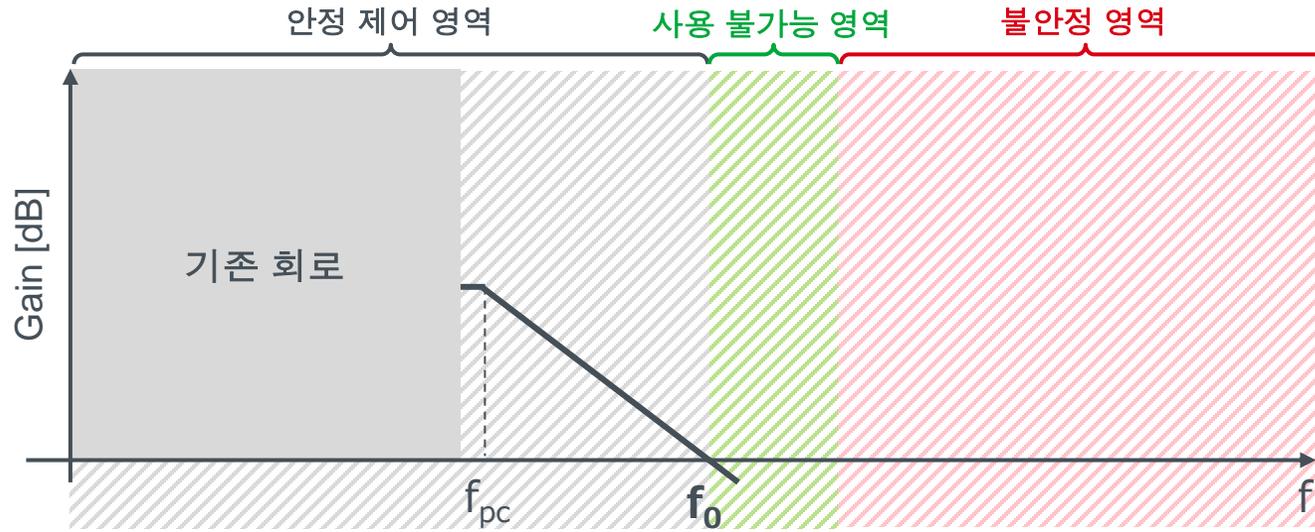


~2단계 앰프 : 1pole, 1zero 앰프, 0dB 시스템
2단계 앰프~ : 전류 구동 Gain 조정 시스템

QuiCur™는 DC/DC 컨버터 IC, 리니어 레귤레이터 IC의 제품에 관계없이 적용 가능하며, 폭넓게 전원 IC의 응답 성능을 향상시킬 수 있다.

과제 1 : 「불안정 영역과의 경계선상까지 제로 크로스 주파수 f_0 를 설정할 수 없는」 과제에 대한 대응

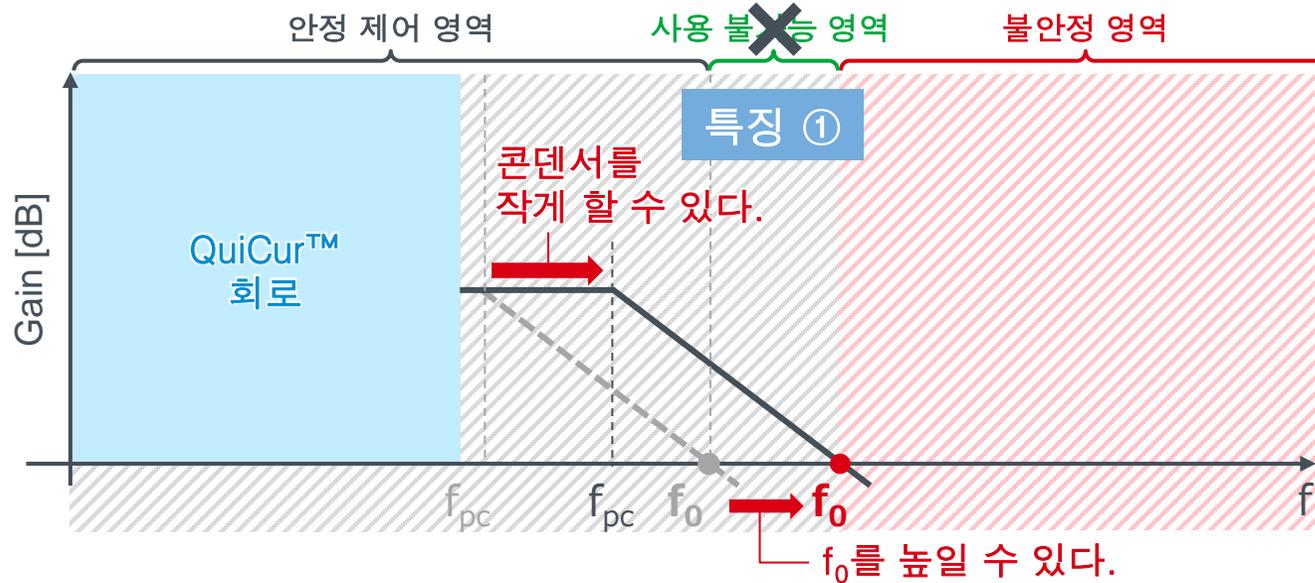
기존 회로



과제

회로 설계 시에 발생하는 pole 등의 영향으로 인해, 사용 불가능 영역이 발생한다. 불안정 영역과의 경계선상까지 제로 크로스 주파수 f_0 를 설정할 수 없다.

QuiCur™ 특징 ①



특징 ①

불안정 영역 전에 사용 불가능 영역이 발생하지 않는다.

효과

콘덴서 하한치를 낮추어, 제로 크로스 주파수 f_0 를 최대화할 수 있다.

	로옴 기존품	QuiCur™ 탑재 DC/DC 컨버터 IC (개발품)
출력 콘덴서 용량	88μF (22μF\times4)	44μF (22μF\times2)
기판 이미지		
부하 응답 파형 (0 \rightarrow 2A)	<p>$\Delta V = 30\text{mV}$</p> <p>$V_{\text{IN}} = 5.0\text{V}, V_{\text{OUT}} = 1.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 2\text{A} (1\text{A}/\mu\text{s})$</p>	<p>$\Delta V = 20\text{mV}$</p> <p>$V_{\text{IN}} = 5.0\text{V}, V_{\text{OUT}} = 1.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 2\text{A} (1\text{A}/\mu\text{s})$</p>

QuiCur™로 출력 콘덴서 용량의 하한치를 낮추어,
안정 동작을 실현할 수 있는 것을 확인

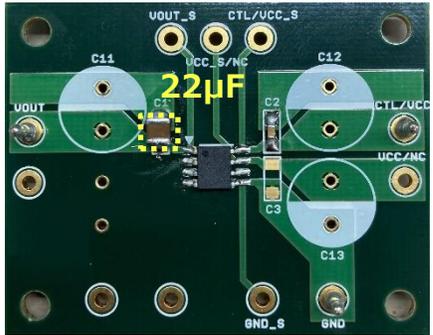
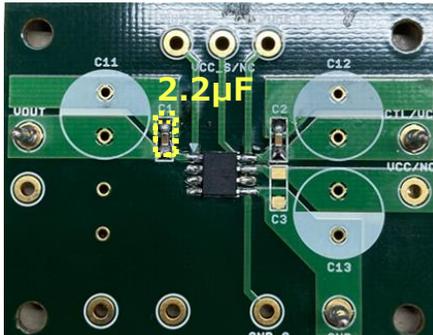
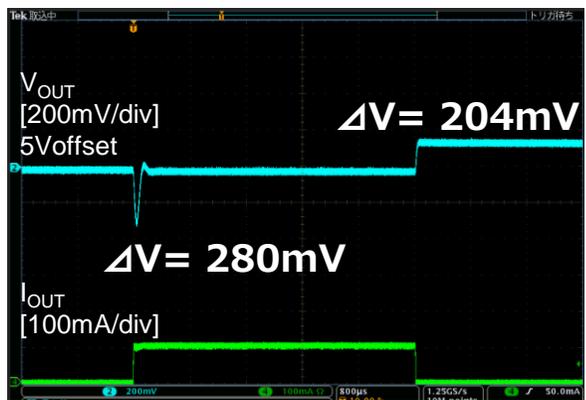
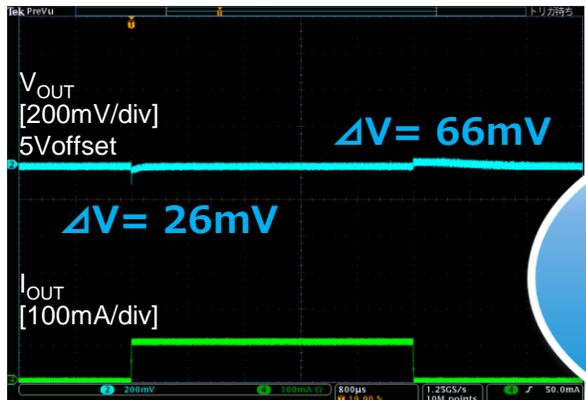
(보충) QuiCur™의 효과 :

동일 출력 콘덴서 용량에서의 출력전압 변동 비교 (DC/DC 컨버터 IC의 경우)

	로옴 기존품	QuiCur™ 탑재 DC/DC 컨버터 IC (개발품)
출력 콘덴서 용량	44μF (22μF×2)	44μF (22μF×2)
기판 이미지		
제로 크로스 주파수 f_0	100kHz	300kHz
부하 응답 파형 (0 → 2A)	<p>$V_{IN}=5.0V, V_{OUT}=1.0V, I_{OUT}=0A \rightarrow 2A (1A/\mu s)$</p>	<p>$V_{IN}=5.0V, V_{OUT}=1.0V, I_{OUT}=0A \rightarrow 2A (1A/\mu s)$</p>

출력 콘덴서 용량
동등 제품으로
비교 시,
QuiCur™가 압도적

QuiCur™를 사용함으로써, 압도적인 응답성 실현

	로옴 기존품	QuiCur™ 탑재 리니어 레귤레이터 IC (개발품)
출력 콘덴서 용량	22 μ F	2.2 μ F
기판 이미지		
부하 응답 파형 (0→100mA)	 <p>$\Delta V = 280\text{mV}$ $\Delta V = 204\text{mV}$</p> <p>$V_{OUT}=5.0\text{V}, I_{OUT}=0\text{A}\rightarrow 100\text{mA} (100\text{mA}/\mu\text{s})$</p>	 <p>$\Delta V = 26\text{mV}$ $\Delta V = 66\text{mV}$</p> <p>$V_{OUT}=5.0\text{V}, I_{OUT}=0\text{A}\rightarrow 100\text{mA} (100\text{mA}/\mu\text{s})$</p>

출력 콘덴서 용량 10배의 기존품과 비교 시, QuiCur™가 응답성 우수

QuiCur™를 사용함으로써, 압도적인 응답성 실현

(보충) QuiCur™의 효과 :

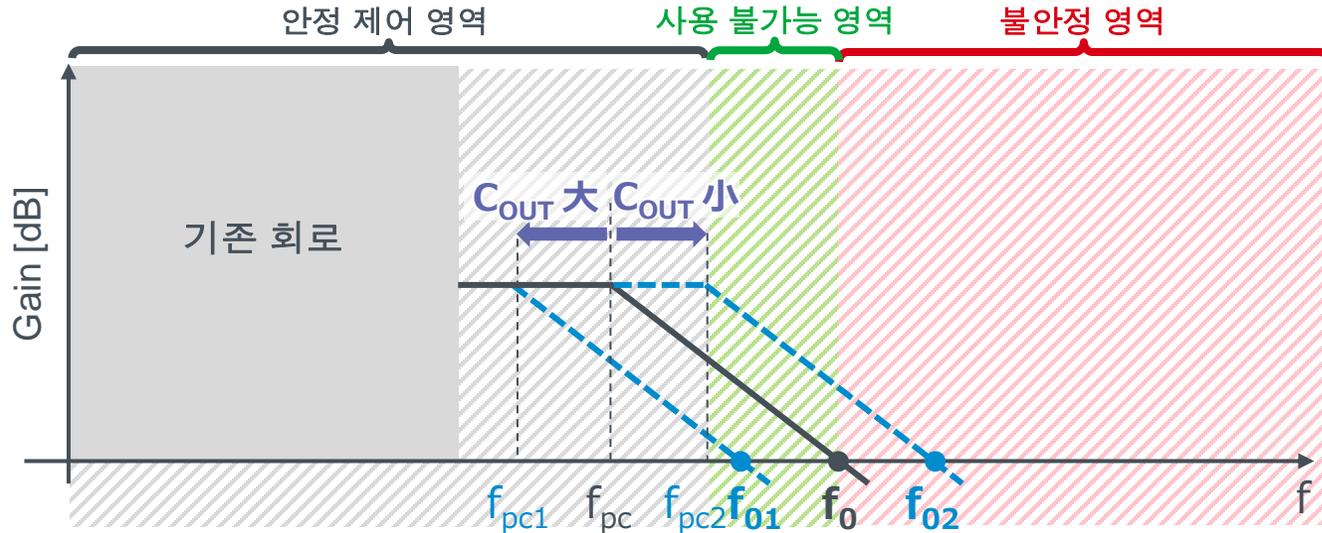
동일 출력 콘덴서 용량에서의 출력전압 변동 비교 (리니어 레귤레이터 IC의 경우)

	로옴 기존품	QuiCur™ 탑재 리니어 레귤레이터 IC (개발품)
출력 콘덴서 용량	2.2 μ F	2.2 μ F
기판 이미지		
부하 응답 파형 (0 → 100mA)	<p>$\Delta V = 308\text{mV}$ $\Delta V = 660\text{mV}$</p> <p>$V_{\text{OUT}} = 5.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 100\text{mA} \text{ (100mA}/\mu\text{s})$</p>	<p>$\Delta V = 66\text{mV}$ $\Delta V = 26\text{mV}$</p> <p>$V_{\text{OUT}} = 5.0\text{V}, I_{\text{OUT}} = 0\text{A} \rightarrow 100\text{mA} \text{ (100mA}/\mu\text{s})$</p>

출력 콘덴서 용량
 동등 제품으로
 비교 시,
 QuiCur™가 압도적

과제 2 : 「출력 콘덴서 용량으로 인해, 제로 크로스 주파수 f_0 가 변화」 하는 과제에 대한 대응

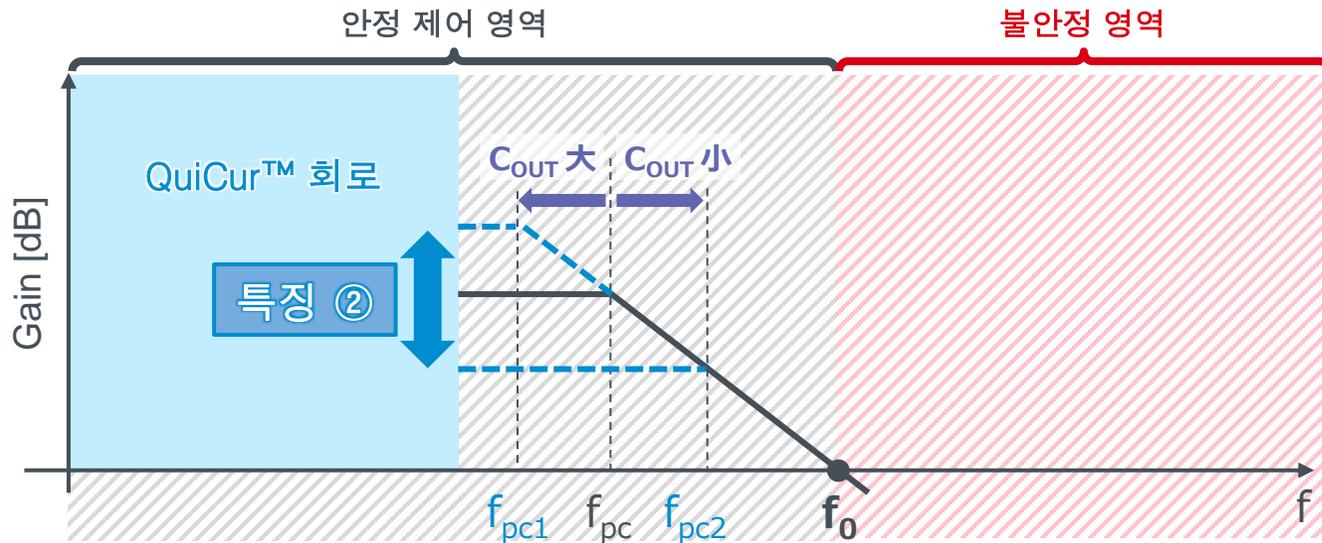
기존 회로



과제

(과제 1의 사용 불가능 영역 발생과 더불어)
 제로 크로스 주파수를 극한으로 추구해도, 출력 콘덴서 용량으로 인해 제로 크로스 주파수 f_0 가 변화한다.

QuiCur™ 특징 ②

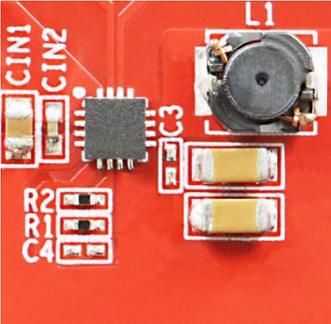
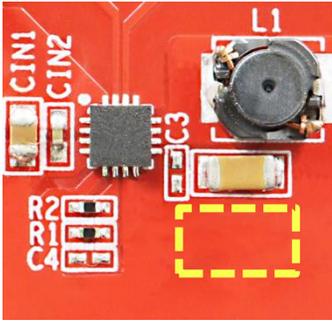
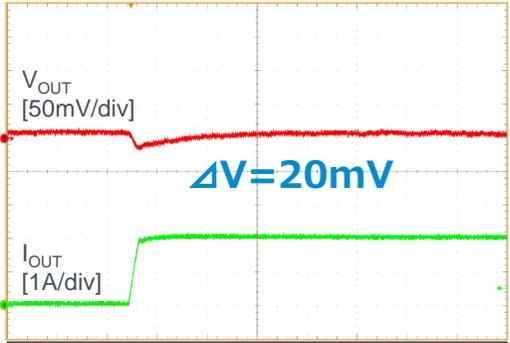
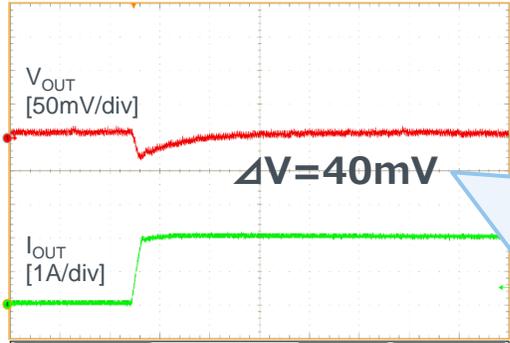


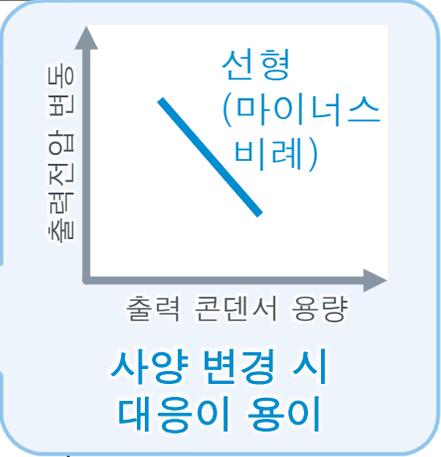
특징 ②

고주파 Gain 조정 가능

효과

출력 콘덴서 용량에 따라, 고주파 Gain을 조정함으로써, 제로 크로스 주파수 f_0 를 불안정 영역의 경계선상으로 설정 가능

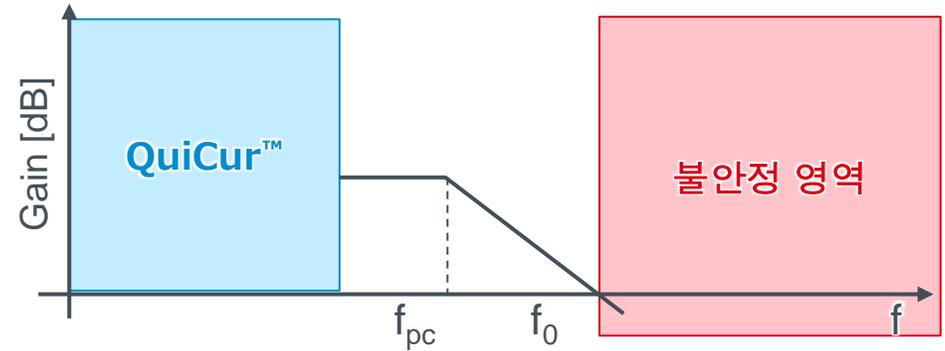
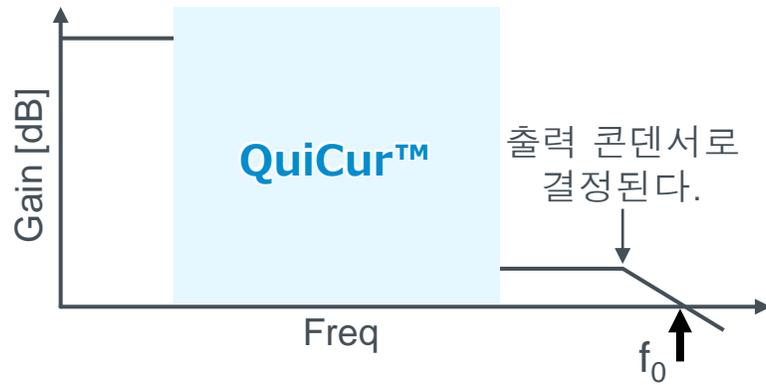
QuiCur™ 탑재 DC/DC 컨버터 IC (개발품)		
MODE	전압 변화량 우선시	콘덴서 삭감 우선시
출력 콘덴서 용량	44 μ F (22 μ F \times 2)	22 μ F (22 μ F \times 1)
기판 이미지		
Gain 설정	High	Low
제로 크로스 주파수 f_0	300kHz	300kHz (변화 없음)
부하 응답 파형 (0 \rightarrow 2A)	 <p>$\Delta V = 20\text{mV}$</p> <p>$V_{IN}=5.0\text{V}, V_{OUT}=1.0\text{V}, I_{OUT}=0\text{A}\rightarrow 2\text{A} (1\text{A}/\mu\text{s})$</p>	 <p>$\Delta V = 40\text{mV}$</p> <p>$V_{IN}=5.0\text{V}, V_{OUT}=1.0\text{V}, I_{OUT}=0\text{A}\rightarrow 2\text{A} (1\text{A}/\mu\text{s})$</p>



QuiCur™를 사용함으로써, 폭넓은 출력 콘덴서 용량에 간단히 대응 가능

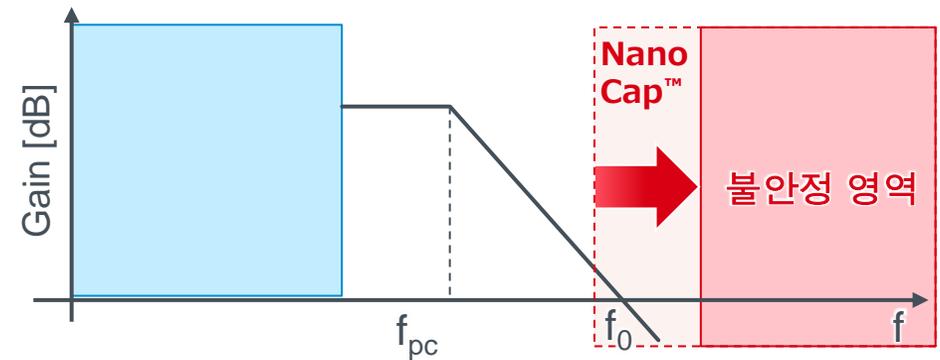
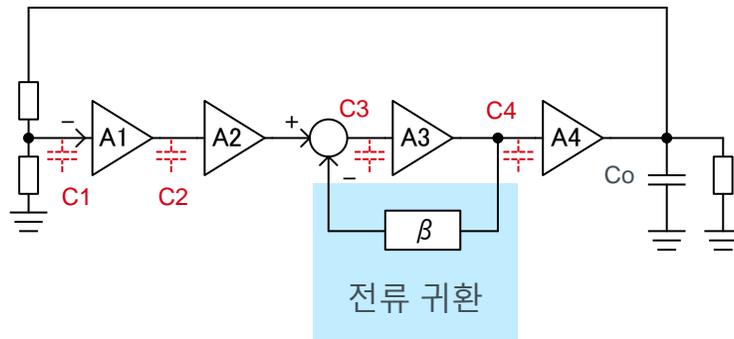
(보충) QuiCur™와 Nano Cap™의 차이점

고속 부하
응답 기술
「QuiCur™」



고주파 Gain 조절을 통해,
불안정 영역 전까지 대역을 넓히는 기술

압도적인
안정 제어 기술
「Nano Cap™」



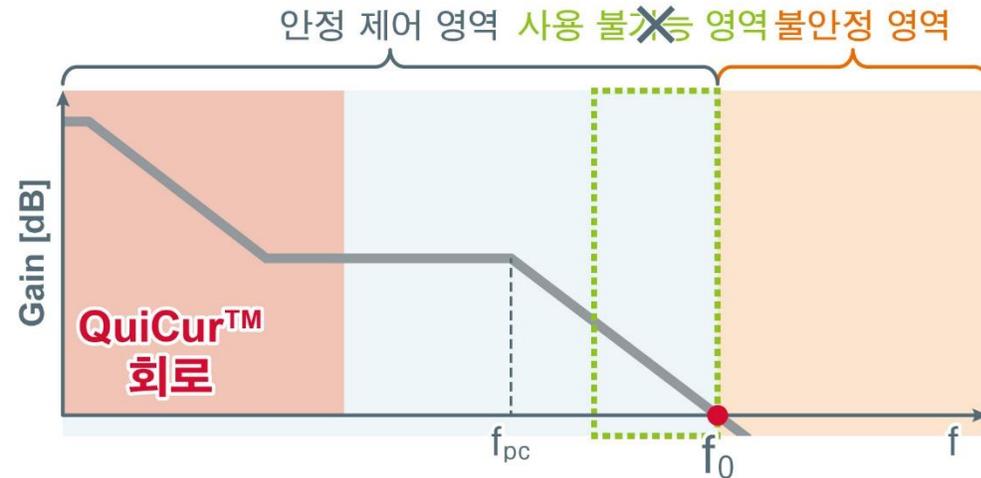
전류 귀환을 통해,
안정 영역을 한층 더 고주파까지 확대하는 기술

두가지 기술 모두 응답 성능의 최대화를 위해 필요한 기술

f_0 : 제로 크로스 주파수, 응답 성능의 지표
 f_{pc} : 출력 콘덴서 C_{OUT} 로 결정되는 변화점

고속 부하 응답 기술 「QuiCur™」

사용 불가능 영역을 없애고,
 불안정 영역의 극한으로
 제로 크로스 f_0 를 설정할 수 있다.



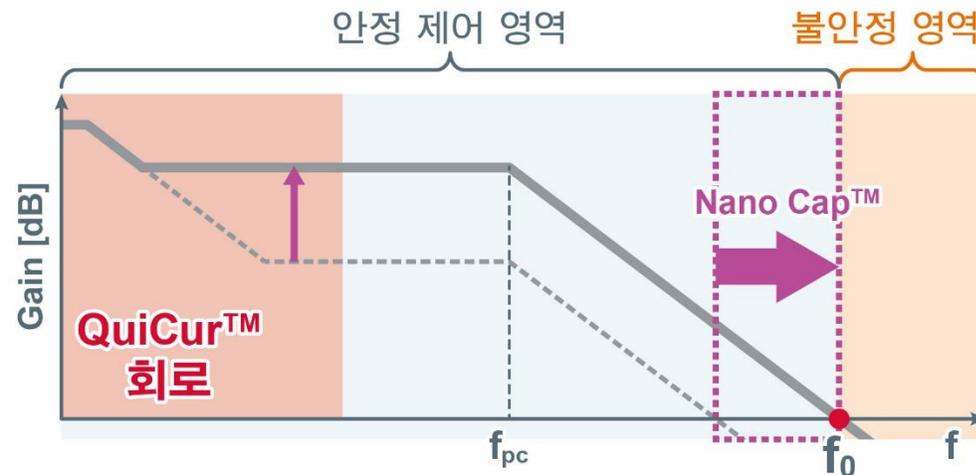
고속 부하 응답 기술 「QuiCur™」

사용 불가능 영역을 없애고,
 불안정 영역의 극한으로
 제로 크로스 f_0 를 설정할 수 있다.

+

안정 제어 기술 「Nano Cap™」

안정 제어 영역을 한층 더
 고주파수 대역까지 확대 가능



Nano Cap™으로 안정 제어 영역을 확대한 후, 극한까지의 응답 성능 실현



- 본 자료에 기재되어 있는 내용은 로옴의 제품 (이하, 「로옴 제품」) 소개를 목적으로 합니다.
- 로옴 제품 사용 시에는, 별도로 최신 사양서 및 데이터시트를 반드시 확인하여 주십시오.
- 본 자료에 기재되어 있는 정보는, 별도의 보증 없이 제공되는 것입니다.
만일, 해당 정보의 오류 또는 사용으로 기인하는 손해가 고객 또는 제3자에게 발생하는 경우, 로옴은 일절 책임을 지지 않습니다.
- 본 자료에 기재되어 있는 로옴 제품에 관한 대표적 동작 및 응용 회로 예는 일례로서 제시된 것이며, 이와 관련된 제3자의 지적재산권 및 기타 권리에 대해 권리 침해가 없음을 보증하는 것은 아닙니다.
- 상기 기술 정보의 사용으로 인해 분쟁이 발생하는 경우, 로옴은 해당 책임을 지지 않습니다.
- 로옴은, 로옴 또는 타사의 지적재산권 및 기타 모든 권리에 대해 명시적으로나 묵시적으로 그 실시 또는 이용을 허락하는 것은 아닙니다.
- 본 자료에 기재되어 있는 제품 및 기술 중, 「외국 외환 및 외국 무역법」 기타 수출 규제에 해당하는 제품 또는 기술을 수출하는 경우, 또는 해외에 제공하는 경우에는, 해당 법에 입각하여 허가가 필요합니다.
- 본 자료의 기재 내용은 2022년 2월 현재의 내용이며, 예고 없이 변경되는 경우가 있습니다.